

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE UN MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN VEHICULAR MEDIANTE PRUEBAS A BORDO EN LA CIUDAD DE QUITO**

#### **PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

**EDWIN ESTUARDO ALBÁN MARTÍNEZ**

edwin.alban.m@hotmail.com

**JONNY FERNANDO LÓPEZ REVELO**

jonny360jm@hotmail.com

**DIRECTOR: ING. ÁNGEL PORTILLA A.**

ahph2001@yahoo.com

**Quito, Octubre 2010**

## DECLARACIÓN

Nosotros, Edwin Estuardo Albán Martínez y Jonny Fernando López Revelo, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, de acuerdo a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normatividad Institucional vigente.

---

**Edwin Estuardo Albán Martínez**

---

**Jonny Fernando López Revelo**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Edwin Estuardo Albán Martínez y Jonny Fernando López Revelo, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Ángel Portilla A**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, nuestros padres, hermanos y amigos por habernos ayudado a culminar este proyecto.

Al Ing. Ángel Portilla por ser nuestro director de tesis, habernos dado su apoyo, las facilidades para desarrollar este proyecto y haber sido una guía y un ejemplo.

Al CCICEV por habernos permitido utilizar sus equipos e instalaciones que facilitaron llevar a cabo este proyecto.

Al los ingenieros Orwield Guerrero y Pablo Caiza por haber colaborado con sus conocimientos en este estudio.

A todas las personas que de algún modo contribuyeron para que este proyecto se haga realidad.

**Edwin Estuardo Albán Martínez**

**Jonny Fernando López Revelo**

## DEDICATORIA

A mi madre por todo el amor, la confianza, la paciencia y el sacrificio realizado para que su hijo pudiera salir adelante en la vida. Gracias Betty, ahora me toca a mi velar por ti.

A mi hermana por la confianza y la paciencia que ha tenido conmigo todo este tiempo que hemos vivido juntos.

A mi sobrina que llego a mi vida para matarme de iras, cuidarme, hacerme reír con sus locuras e inocencias y ser uno de los motivos fundamentales para no rendirme.

A la mujer que llego a mi vida para cambiarla, por brindarme su amor, su confianza, su apoyo incondicional y darme ánimos cuando más lo necesitaba. Te quiero mucho india fea. Ahora nos toca a nosotros salir adelante.

A toda mi familia que siempre confío en mí y me brindo su apoyo en el momento indicado.

A mis panas del colegio por todas las locuras y desventuras vividas. Son una maquina asesina de joda. Por siempre BD.

Y a todos los ilus@s que pensaron que no lo lograría y que no confiaban en mí gracias por su amistad sincera.

**Edwin Estuardo Albán Martínez**

A Dios por todas las cosas que ha puesto en mi vida, por darme la capacidad de conseguir mis objetivos, ser la persona que soy y por la familia que poseo.

A mis padres, Nohemí y Nelson, quienes hicieron de este logro una realidad por darme su amor, cariño, protección, su paciencia, sus valores, su legado de ser maravillosas personas, su apoyo incondicional y simplemente por estar siempre a mi lado guiándome en el buen camino.

A mis hermanos Vane, Vale y Eder por ser las personas que me acompañan siempre y me apoyan en todo sentido, quienes han sido uno de los pilares para cumplir con este objetivo.

A toda mi familia por su apoyo y confianza a lo largo de mi existencia.

A mis amigos por brindarme su amistad y compartir muchas cosas que me sirvieron para crecer como persona.

A ti preciosa por tenerte a mi lado.

**Jonny Fernando López Revelo**

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
FUNDAMENTOS .....	1
1.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN DE CICLO OTTO .....	1
1.1.1 EL CICLO OTTO .....	1
1.1.2 EL MOTOR A GASOLINA.....	2
1.2 SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR .....	3
1.2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	4
1.2.2 SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO .....	5
1.2.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE .....	9
1.2.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AIRE .....	10
1.2.5 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.....	11
1.2.6 SISTEMA DE LUBRICACIÓN.....	12
1.2.7 SISTEMA DE ENCENDIDO.....	13
1.2.8 SISTEMA DE ESCAPE.....	14
1.3 LA COMBUSTIÓN.....	15
1.3.1 TIPOS DE COMBUSTIÓN.....	16
1.3.2 RELACIÓN AIRE – COMBUSTIBLE .....	17
1.3.3 FACTOR LAMBDA ( $\lambda$ ) .....	18
1.3.4 FORMACIÓN DE CONTAMINANTES PRODUCIDOS POR AUTOMOTORES A GASOLINA (EMISIONES VEHICULARES).....	18
1.3.5 GASES DE ESCAPE Y RELACIÓN LAMBDA ( $\lambda$ ) .....	22
1.4 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD Y MEDIO AMBIENTE ...	24
1.4.1 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD .....	24
1.4.2 EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE .....	25
1.5 FACTORES DE EMISIÓN .....	26
1.5.1 FACTORES DE EMISIÓN BASADOS EN PROCESOS.....	26
1.5.2 FACTORES DE EMISIÓN BASADOS EN CENSOS SOCIOECONÓMICOS O DE POBLACIÓN .....	27
1.5.3 UTILIZACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN.....	28
<b>CAPÍTULO II</b> .....	29
METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN .....	29
2.1 PRUEBAS ESTÁTICAS PARA ESTIMAR FACTORES DE EMISIÓN .....	29
2.1.1 PRUEBA ESTÁTICA PARA DETERMINAR EMISIONES CONTAMINANTES.....	29

2.2	PRUEBAS DINÁMICAS PARA DETERMINAR FACTORES DE EMISIÓN.....	33
2.2.1	PRUEBA CON DINAMÓMETRO .....	33
2.2.2	PRUEBAS CON EQUIPOS DE MEDICIÓN A BORDO .....	36
2.2.3	PRUEBAS CON SENSOR REMOTO .....	37
2.3	MÉTODOS PARA DETERMINAR FACTORES DE EMISIÓN. ....	39
2.3.1	MÉTODO PARA EL MONITOREO DIRECTO DE CONTAMINANTES. ....	39
2.3.2	MÉTODO DE EVALUACIÓN RÁPIDA .....	40
2.3.3	MODELOS DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y DE SISTEMAS DE CONTROL .....	41
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>51</b>
	DESARROLLO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN VEHICULAR .....	51
3.1	CICLO DINÁMICO.....	51
3.1.1	CICLO SEGÚN LA NORMA SAE J1082. ....	52
3.1.2	CICLO DE TRABAJO QUITO .....	52
3.2	SELECCIÓN DEL CICLO.....	53
3.2.1	DESCRIPCIÓN DEL CICLO SELECCIONADO .....	53
3.3	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....	59
3.3.1	FLUJÓMETRO DE COMBUSTIBLE .....	59
3.3.2	ESCÁNER CARMAN SCAN .....	60
3.3.3	ANALIZADOR DE GASES.....	60
3.3.4	INVERSOR DE POTENCIA .....	61
3.3.5	GPS.....	62
3.4	DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN, ENCENDIDO DE LOS EQUIPOS Y REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.....	63
3.4.1	PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE LOS FLUJÓMETROS .....	63
3.4.2	PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL INVERSOR, ESCÁNER Y ANALIZADOR DE GASES.....	65
3.4.3	PROCEDIMIENTO PARA EL ENCENDIDO DE LOS EQUIPOS.....	69
3.4.4	PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....	69
3.4.5	FORMATO DE DATOS.....	72
<b>CAPÍTULO IV</b>	.....	<b>73</b>
	VALIDACIÓN DEL MÉTODO.....	73
4.1	REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....	73
4.1.1	RECOPIACIÓN DE DATOS DE EMISIONES CONTAMINANTES.....	73

4.1.2	REGISTRO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	74
4.2	REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD .....	75
4.2.1	GRÁFICOS DE CONTROL DE CALIDAD.....	75
4.3	REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LA MEDICIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE .....	81
4.3.1	GRÁFICOS DE CONTROL DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES .....	81
4.3.2	GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	92
4.3.3	DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN .....	97
4.3.4	CÁLCULO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Cc).....	98
4.3.5	CÁLCULO DE LOS FACTORES DE EMISIÓN .....	98
4.4	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....	100
4.4.1	ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD MEDIA.....	100
4.4.2	ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS DE RANGOS Y MEDIAS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES Y DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE ....	102
4.4.3	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE EMISIÓN OBTENIDOS.....	103
4.4.4	ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS DE LOS CONTAMINANTES EN EL TIEMPO .....	103
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	112
	CONCLUSIONES .....	112
	RECOMENDACIONES .....	115
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	117
	<b>ANEXOS</b> .....	120



## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO III

<b>Tabla 3.1</b> Calles que conforman la ruta Quito .....	53
<b>Tabla 3.2</b> Vías que conforman la ruta Quito que no se tomaron en cuenta.....	57
<b>Tabla 3.3</b> Vías añadidas a la ruta Quito.....	58
<b>Tabla 3.4</b> Condiciones ambientales para la realización de las pruebas.....	70
<b>Tabla 3.5</b> Formato de datos .....	72

### CAPÍTULO IV

<b>Tabla 4.1</b> Valores de CO <sub>2</sub> utilizados en las gráficas de control.....	84
<b>Tabla 4.2</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en CO <sub>2</sub> .....	84
<b>Tabla 4.3</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en CO <sub>2</sub> .....	85
<b>Tabla 4.4</b> Valores de HC utilizados en las gráficas de control .....	86
<b>Tabla 4.5</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en HC.....	87
<b>Tabla 4.6</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en HC.....	87
<b>Tabla 4.7</b> Valores de NO <sub>x</sub> utilizados en las gráficas de control.....	88
<b>Tabla 4.8</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en NO <sub>x</sub> .....	89
<b>Tabla 4.9</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en NO <sub>x</sub> .....	89
<b>Tabla 4.10</b> Valores de CO utilizados en las gráficas de control.....	90
<b>Tabla 4.11</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en CO.....	91
<b>Tabla 4.12</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en CO.....	91
<b>Tabla 4.13</b> Pulsos de ida utilizados en las gráficas de control .....	93
<b>Tabla 4.14</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en los pulsos de ida.....	93
<b>Tabla 4.15</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en los pulsos de ida.....	94
<b>Tabla 4.16</b> Pulsos de retorno utilizados en las gráficas de control.....	95
<b>Tabla 4.17</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en los pulsos de retorno.....	95
<b>Tabla 4.18</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en los pulsos de retorno.....	96
<b>Tabla 4.19</b> Valores utilizados para el cálculo de los factores de emisión.....	97
<b>Tabla 4.20</b> Resumen de resultados .....	100
<b>Tabla 4.21</b> Velocidades medias utilizadas en las gráficas de control.....	100
<b>Tabla 4.22</b> Parámetros calculados para la gráfica de control R en las velocidades medias.....	101
<b>Tabla 4.23</b> Parámetros calculados para la gráfica de control X en las velocidades medias.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

<b>Figura 1.1</b> Ciclos de trabajo de un motor Otto de cuatro tiempos. ....	2
<b>Figura 1.2</b> Ciclos del motor de combustión interna: .....	3
<b>Figura 1.3</b> Ejemplo de un Sistema de Distribución. ....	4
<b>Figura 1.4</b> Esquema de un sistema de control general. ....	5
<b>Figura 1.5</b> Esquema del funcionamiento de un sensor. ....	6
<b>Figura 1.6</b> Esquema interno de una Unidad de Control para vehículo. ....	7
<b>Figura 1.7</b> Esquema de funcionamiento de un actuador. ....	8
<b>Figura 1.8</b> Diagrama de un sistema de alimentación de combustible por Inyección. ....	9
<b>Figura 1.9</b> Esquema del sistema de alimentación de aire. ....	10
<b>Figura 1.10</b> Sistema de Refrigeración por Agua .....	11
<b>Figura 1.11</b> Sistema de Lubricación. ....	13
<b>Figura 1.12</b> Sistema de encendido convencional. ....	14
<b>Figura 1.13</b> Sistema de Escape .....	15
<b>Figura 1.14</b> Emisiones vehiculares .....	19
<b>Figura 1.15</b> Composición de los gases en motores de gasolina. ....	22
<b>Figura 1.16</b> Factor Lambda vs. Contaminantes .....	22
<b>Figura 1.17</b> Ejemplos de factores de emisión basados en Procesos. ....	27
<b>Figura 1.18</b> Ejemplos de factores de emisión basados en Censos. ....	27

### CAPÍTULO II

<b>Figura 2.1</b> Analizador de gases. ....	30
<b>Figura 2.2</b> Dinamómetro de Banco acoplado a un motor. ....	34
<b>Figura 2.3</b> Prueba con dinamómetro de chasis .....	34
<b>Figura 2.4</b> Ejemplo de un ciclo estándar de conducción (Ciclo de Autopista según la norma SAE J1082) .....	35
<b>Figura 2.5</b> Equipo On-Board OEM-2100TM instalado en el asiento del acompañante ....	36
<b>Figura 2.6</b> Automóvil Toyota Camry Equipada con el equipo on-board OEM-2100TM ...	37
<b>Figura 2.7</b> Diagrama de los componentes del sensor remoto. ....	38
<b>Figura 2.8</b> Instalación del sensor remoto. ....	39
<b>Figura 2.9</b> Esquema de un procedimiento de evaluación rápida. ....	40
<b>Figura 2.10</b> Asignación de tráfico para la estimación de contaminantes. ....	47

### CAPÍTULO III

<b>Figura 3.1</b> Ciclo Ciudad según la norma SAE J1082. ....	52
<b>Figura 3.2</b> Vista frontal y lateral de un flujómetro. ....	59
<b>Figura 3.3</b> Escáner automotriz .....	60
<b>Figura 3.4</b> Analizador de gases. ....	61
<b>Figura 3.5</b> Inversor de potencia. ....	61
<b>Figura 3.6</b> Receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global). ....	62

<b>Figura 3.7</b> Ductos de salida y retorno en la bomba de combustible. ....	63
<b>Figura 3.8</b> Accesorios de instalación (neplos, abrazaderas, mangueras).....	64
<b>Figura 3.9</b> Flujómetros instalados en la bomba de combustible.....	64
<b>Figura 3.10</b> Conexión de los displays. ....	65
<b>Figura 3.11</b> Pantalla del display. ....	65
<b>Figura 3.12</b> Instalación del Inversor de Potencia a la Batería.....	66
<b>Figura 3.13</b> Instalación del Regulador de Voltaje.....	66
<b>Figura 3.14</b> Instalación del analizador de gases. ....	66
<b>Figura 3.15</b> Colocación del filtro en la sonda. ....	67
<b>Figura 3.16</b> Instalación de la sonda en el tubo de escape.....	67
<b>Figura 3.17</b> Conexión del Escáner al Analizador de gases. ....	67
<b>Figura 3.18</b> Conexión del Escáner al Analizador de gases. ....	68
<b>Figura 3.19</b> Instalación de los equipos dentro del vehículo.....	68

## CAPÍTULO IV

<b>Figura 4.1</b> Pantalla del Escáner. ....	74
<b>Figura 4.2</b> Registro marcado de pulsos de ida y de retorno de combustible.....	74
<b>Figura 4.3</b> Utilización de las medidas de tendencia central y de dispersión ( $\mu, \sigma$ ). ....	76
<b>Figura 4.4</b> Control del proceso de medición.....	77
<b>Figura 4.5</b> Control de Mediciones que representan influencia externa.....	78
<b>Figura 4.6</b> Ejemplo de Gráfico de control para la Media.....	79
<b>Figura 4.7</b> Ejemplo de Gráfico de control para la Media.....	80
<b>Figura 4.8</b> Valores de CO <sub>2</sub> utilizados en las gráficas de control.....	83

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO IV

<b>Gráfico 4.1</b> Gráfica de control para rangos del CO <sub>2</sub> .	85
<b>Gráfico 4.2</b> Gráfica de control para medias del CO <sub>2</sub> .	86
<b>Gráfico 4.3</b> Gráfica de control para rangos del HC.	87
<b>Gráfico 4.4</b> Gráfica de control para medias del HC.	88
<b>Gráfico 4.5</b> Gráfica de control para rangos de NO <sub>x</sub> .	89
<b>Gráfico 4.6</b> Gráfica de control para medias de NO <sub>x</sub> .	90
<b>Gráfico 4.7</b> Gráfica de control para rangos de CO.	91
<b>Gráfico 4.8</b> Gráfica de control para medias de CO.	92
<b>Gráfico 4.9</b> Gráfica de control para rangos de los pulsos de ida.	93
<b>Gráfico 4.10</b> Gráfica de control para medias de los pulsos de ida.	94
<b>Gráfico 4.11</b> Gráfica de control para rangos de los pulsos de retorno.	95
<b>Gráfico 4.12</b> Gráfica de control para medias de los pulsos de retorno.	96
<b>Gráfico 4.13</b> Gráfica de control para rangos de las velocidades medias (km/h).	101
<b>Gráfico 4.14</b> Gráfica de control para medias de las velocidades (km/h).	102
<b>Gráfico 4.15</b> Prueba 1: CO <sub>2</sub> vs. Tiempo.	104
<b>Gráfico 4.16</b> Prueba 2: CO <sub>2</sub> vs. Tiempo.	104
<b>Gráfico 4.17</b> Prueba 1: CO vs. Tiempo.	105
<b>Gráfico 4.18</b> Prueba 2: CO vs. Tiempo.	105
<b>Gráfico 4.19</b> Prueba 1: HC vs. Tiempo.	106
<b>Gráfico 4.20</b> Prueba 2: HC vs. Tiempo.	106
<b>Gráfico 4.21</b> Prueba 1: NO <sub>x</sub> vs. Tiempo.	107
<b>Gráfico 4.22</b> Prueba 2: NO <sub>x</sub> vs. Tiempo.	107
<b>Gráfico 4.23</b> Prueba 10: CO <sub>2</sub> vs. Tiempo.	108
<b>Gráfico 4.24</b> Prueba 10: CO vs. Tiempo.	108
<b>Gráfico 4.25</b> Prueba 10: HC vs. Tiempo.	109
<b>Gráfico 4.26</b> Prueba 10: NO <sub>x</sub> vs. Tiempo.	109
<b>Gráfico 4.27</b> Prueba 10: CO <sub>2</sub> y CO vs. Tiempo.	110
<b>Gráfico 4.28</b> Prueba 10: HC y CO <sub>2</sub> vs. Tiempo.	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO I:</b> Mapa de la ruta utilizada para las pruebas.....	121
<b>ANEXO II:</b> Especificaciones de los equipos e instrumentos utilizados para la realización de las pruebas a bordo .....	122
<b>ANEXO III:</b> Hoja de registro para la prueba a bordo .....	127
<b>ANEXO IV:</b> Hojas de registro llenas de las pruebas realizadas .....	128
<b>ANEXO V:</b> Datos obtenidos de las pruebas en el tiempo .....	139
<b>ANEXO VI:</b> Pulsos de ida y retorno de consumo de combustible marcados en las 10 pruebas realizadas .....	198
<b>ANEXO VII:</b> Factores para cálculos de gráficas de control por variables.....	199
<b>ANEXO VIII:</b> Gráficas de las mediciones en el tiempo .....	200
<b>ANEXO IX:</b> Obtención de los valores promedios de los contaminantes para el cálculo de los factores de emisión.....	205
<b>ANEXO X:</b> Ficha técnica del consumo de combustible Peugeot 206 .....	207

## NOMENCLATURA

Símbolo	Descripción	Unidad
$p$	Presión	(Pa)
$W$	Trabajo	(J)
$W_1$	Trabajo suministrado	(J)
$W_2$	Trabajo obtenido	(J)
$Q$	Calor	(J)
$Q_1$	Calor suministrado	(J)
$Q_2$	Calor rechazado	(J)
$V$	Volumen	(m <sup>3</sup> )
ETC	Sensor de temperatura del refrigerante	--
MAT	Sensor de temperatura de aire de admisión	--
VSS	Sensor de velocidad del vehículo	--
MAF	Sensor de la masa de aire	--
CTS	Sensor de temperatura	--
MAP	Sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión	--
TPS	Sensor de posición de la mariposa	--
ECU	Unidad electrónica de control	--
RAM	Memoria de acceso aleatorio	--
EPROM	Memoria programable de solo lectura	--
$C_8H_{18}$	Fórmula química de la gasolina	--
$O_2$	Oxígeno	--
$N_2$	Nitrógeno	--
$CO_2$	Dióxido de carbono	--
$H_2O$	Agua	--
CO	Monóxido de carbono	--
HC	Hidrocarburos	--
$SO_x$	Óxidos de azufre	--
$NO_x$	Óxidos de nitrógeno	--
$C_nH_m$	Fórmula química general de un hidrocarburo	--
$n$	Número de átomos de carbono	--
$m$	Número de átomos de hidrógeno	--
$\lambda$	Factor lambda	--
COHb	Carboxihemoglobina	--
$E_{i,j}$	Contaminante	%, ppm
$A_{i,j}$	Nivel de actividad	km
$EF_{i,j}$	Factor de emisión del contaminante	g/km
EPA	Environmental protection agency	--
ppm	Partes por millón	--
$E_p$	Factor de emisión	g/l
[P]	Medición del contaminante	% vol , ppm
[CO <sub>2</sub> ]	Medición del dióxido de carbono	% vol
[CO]	Medición de monóxido de carbono	% vol
[HC]	Medición de hidrocarburos	ppm
Wc	Fracción del peso del carbono	--

$\rho_F$	Densidad del combustible	g/cm
$M_p$	Peso molecular del contaminante	g/mol
$V_{m\acute{a}x}$	Velocidad máxima de recorrido	km/h
$V_{m\acute{i}n}$	Velocidad mínima de recorrido	km/h
$\sigma$	Medida de dispersión	--
$\mu$	Media central	--
$LSC_x$	Límite superior de control de medias	--
$LIC_x$	Límite inferior de control de medias	--
$\bar{X}$	Valor promedio	--
$\sigma_x$	Dispersión de los datos	
$A_2$	Constante basada en el tamaño de la muestra	--
$\bar{R}$	Rango promedio de los rangos muestrales	--
$s_R$	Desviación estándar	--
$D_4$	Constante basada en el tamaño de la muestra	--
$D_3$	Constante basada en el tamaño de la muestra	--
$Pulsos_{ida}$	Pulsos de ida del combustible	pulsos
$Pulsos_{retorno}$	Pulsos de retorno del combustible	pulsos
$Const_{conv}$	Constante de conversión de los flujómetros	pulsos/l
$V_{ida}$	Volumen de combustible ida	l
$V_{retorno}$	Volumen de combustible retorno	l
$\Delta V$	Variación de volumen	l
$Cc$	Consumo de combustible	l/km
$E_{co}$	Factor de emisión del CO	g/l
$E'_{co}$	Factor de emisión del CO	g/km
$E_{HC}$	Factor de emisión del HC	g/l
$E'_{HC}$	Factor de emisión del HC	g/km
$E_{NOx}$	Factor de emisión del NOx	g/l
$E'_{NOx}$	Factor de emisión del NOx	g/km

## RESUMEN

En el presente estudio se desarrolla una metodología para determinar factores de emisión vehiculares en ruta utilizando un analizador de cinco gases, un escáner automotriz, flujómetros para medir el consumo de combustible y un GPS. Con la selección del ciclo Quito se realizaron en total diez pruebas, dos por día, una a las 09:30 am y otra a las 14:00 pm en un automóvil evaluando los gases contaminantes con el objetivo de establecer la validación de la metodología, se analiza la repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones aplicando gráficos de control de medias y rangos, comprobando que éstas se encuentren dentro de un rango de confianza. Después se determina los factores de emisión con los valores promedios obtenidos de las emisiones del vehículo y del consumo de combustible aplicando el modelo matemático del método base-combustible.

La teoría que respalda a éste proyecto se divide en cinco capítulos los cuales se describen brevemente a continuación.

**Capítulo 1.** Comprende el fundamento teórico del motor de gasolina considerando aspectos como su ciclo termodinámico, los sistemas mecánicos que lo componen, de igual forma se describe la combustión, los contaminantes producidos en ésta y su efecto a la salud de las personas y al medio ambiente.

**Capítulo 2.** Describe las diferentes metodologías desarrolladas para determinar factores de emisión así como las pruebas estáticas y dinámicas utilizadas.

**Capítulo 3.** Se desarrolla el método para la determinación de factores de emisión vehicular en ruta para lo cual se selecciona el ciclo de conducción ideal de la ciudad para realizar las pruebas, se describe los equipos utilizados así como el procedimiento de instalación y encendido de los equipos.

**Capítulo 4.** Se valida el método analizando la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones obtenidas en las pruebas mediante gráficos de control de rangos y medias y se calcula los factores de emisión característicos del vehículo de prueba aplicando el método base-combustible.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones del estudio.



## PRESENTACIÓN

Una de las principales fuentes de emisión de sustancias nocivas presentes en el aire es el transporte, cuyos efectos no solo afectan a la salud de los habitantes de una región sino que además inciden sobre la globalidad climática del planeta.

La mayor preocupación por la contaminación que producen los vehículos se refiere a las zonas urbanas, en donde un gran volumen de éstos y elevadas cifras de peatones comparten las mismas calles.

En lo que respecta a la ciudad de Quito éste problema se ve agravado por un excesivo parque automotor, que circulan en gran medida. En los últimos años ha crecido el interés por mejorar la calidad medioambiental de la ciudad y las administraciones locales y centrales que imponen normativas y restricciones sobre la circulación.

Como complemento al mejoramiento ambiental, el desarrollar un método para determinar los factores de emisión con pruebas a bordo, es una herramienta útil que permite estudiar la cantidad de contaminante que los vehículos emanan a la atmosfera cuando éstos se encuentran circulando. Este método servirá como una pauta para la elaboración de inventarios de emisiones.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTOS

Este capítulo presenta una visión global de los principios fundamentales de los motores de ciclo Otto, la combustión, las emisiones vehiculares y sus efectos en la salud y el medio ambiente, así como también una descripción de los factores de emisión.

### 1.1 MOTORES DE COMBUSTIÓN DE CICLO OTTO

Son máquinas que obtienen energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que se inflama dentro de una cámara de combustión.

#### 1.1.1 EL CICLO OTTO<sup>1</sup>

Es el ciclo ideal para las máquinas reciprocantes de encendido por chispa. En la mayoría de éstas el pistón ejecuta cuatro tiempos completos dentro del cilindro, y el cigüeñal dos revoluciones por cada ciclo termodinámico. El análisis termodinámico de los ciclos reales de cuatro tiempos no es una tarea simple, sin embargo éste puede simplificarse si se utilizan las suposiciones de aire estándar, obteniendo como resultado condiciones de operaciones parecidas a las del ciclo Otto ideal.

Se compone de cuatro procesos reversibles internamente, como se muestra en la figura 1.1 éstos son:

- 1-2 Compresión isentrópica.
- 2-3 Adición de calor a volumen constante.
- 3-4 Expansión isentrópica.
- 4-1 Rechazo de calor a volumen constante.

---

<sup>1</sup> CENGEL Y, BOLES M; Termodinámica 5ta Edición. Mc Graw Hill; México; 2006

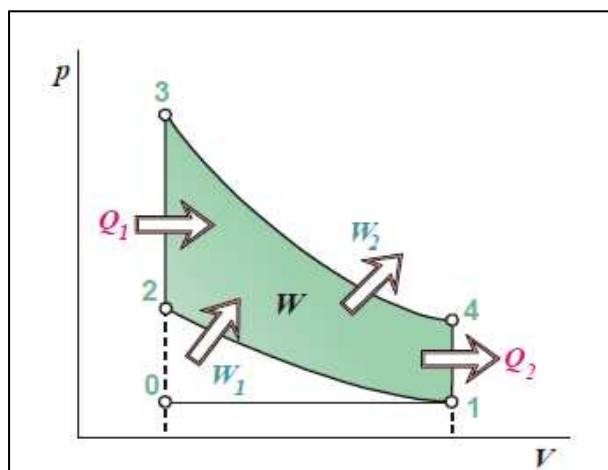


Figura 1.1 Ciclos de trabajo de un motor Otto de cuatro tiempos.<sup>2</sup>

## 1.1.2 EL MOTOR A GASOLINA

Un motor de gasolina constituye una máquina termodinámica que trabaja con el ciclo Otto formada por un conjunto de piezas o mecanismos fijos y móviles, cuya función principal es transformar la energía química que proporciona la combustión producida por una mezcla de aire y combustible en energía mecánica o movimiento. Esta transformación en el motor se realiza en cuatro carreras o tiempos: admisión, compresión, explosión y escape. Estas carreras se repiten continuamente mientras opera el motor.<sup>3</sup>

### 1.1.2.1 Primer Tiempo: Admisión

Durante éste tiempo el pistón se desplaza desde el punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI) y efectúa su primera carrera o desplazamiento lineal. Durante éste desplazamiento el cigüeñal realiza un giro de  $180^\circ$ .

### 1.1.2.2 Segundo Tiempo: Compresión

En éste tiempo el pistón efectúa su segunda carrera y se desplaza desde el punto muerto inferior (PMI) al punto muerto superior (PMS). Durante éste recorrido la muñequilla del cigüeñal efectúa otro giro de  $180^\circ$ . Ángulo total girado por el cigüeñal  $360^\circ$ .

<sup>2</sup> [www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra.../d.../termopri.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra.../d.../termopri.pdf)

<sup>3</sup> [http://www.asifunciona.com/mecanica/af\\_motor\\_gasolina/af\\_motor\\_gasolina\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/mecanica/af_motor_gasolina/af_motor_gasolina_1.htm)

### 1.1.2.3 Tercer Tiempo: Explosión

Cuando el pistón llega al final de la compresión, entre los electrodos de una bujía, salta una chispa eléctrica que produce la ignición de la mezcla, con lo cual se origina la inflamación y combustión de la misma, generando la fuerza de empuje que hace que el pistón se desplace hacia el PMI. Ángulo total girado por el cigüeñal  $540^\circ$ .

### 1.1.2.4 Cuarto Tiempo: Escape

En éste tiempo el pistón realiza su cuarta carrera o desplazamiento desde el PMI al PMS permitiendo que los gases quemados procedentes de la combustión salgan a la atmósfera, el cigüeñal gira otros  $180^\circ$ . Ángulo total girado por el cigüeñal  $720^\circ$ .

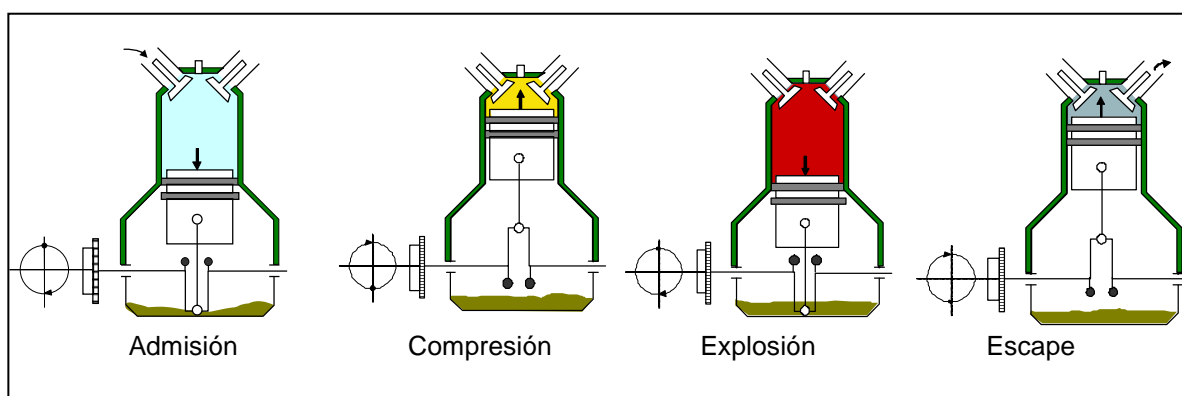


Figura 1.2 Ciclos del motor de combustión interna<sup>4</sup>

## 1.2 SISTEMAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

El motor de ciclo Otto posee algunos sistemas que permiten un adecuado funcionamiento, entre los que se encuentran: distribución, control electrónico, inyección de combustible, alimentación de aire, refrigeración, lubricación, encendido y escape. Es importante señalar que éstos deben funcionar correctamente debido a que tienen influencia en las emisiones contaminantes.

<sup>4</sup> <http://www.slideshare.net/iesmardecadiz/ciclostermodinamicos>

### 1.2.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN<sup>5</sup>

Coordina los movimientos del conjunto móvil para permitir el llenado de los cilindros con la mezcla aire-combustible, su encendido y vaciado de los cilindros, a fin de aprovechar al máximo la energía química del combustible.

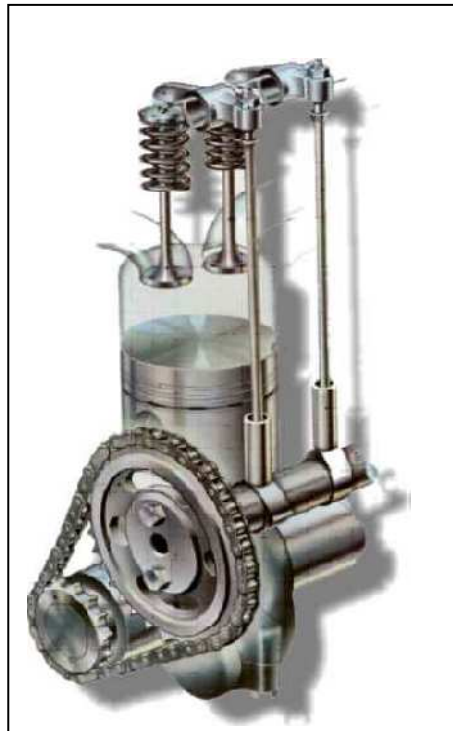


Figura 1.3 Ejemplo de un Sistema de Distribución.

#### Componentes del Sistema de Distribución

- Piñones o poleas de distribución.
- Eje de levas.
- Banda o cadena de transmisión.
- Levas.
- Piñón de señal de encendido.
- Balancines.
- Varillas alzaválvulas.
- Válvulas.

---

<sup>5</sup> ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001

Cuando el sistema de distribución se encuentra mal sincronizado, sus elementos desgastados o las válvulas están en mal estado, las emisiones contaminantes se incrementan de manera considerable debido a que parte de la mezcla aire-combustible sale por la válvula de escape sin combustionarse.

### 1.2.2 SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO<sup>6</sup>

Las exigencias ambientales en el mundo y en particular para los vehículos, obligaron a los fabricantes a desarrollar tecnologías que permitan controlar la potencia, el ahorro de combustible y la disminución de la contaminación.

El control electrónico para vehículos se compone de sensores, unidad de control y de actuadores estos elementos permiten controlar el funcionamiento del motor durante su operación, siendo en realidad un sistema de control de emisiones necesitando para su diagnóstico equipos como: escáner automotriz, analizador de gases, multímetro automotriz, osciloscopio; equipos que permiten realizar reparaciones en el sistema. Para su operación se necesita de personal capacitado en la utilización de estas herramientas.

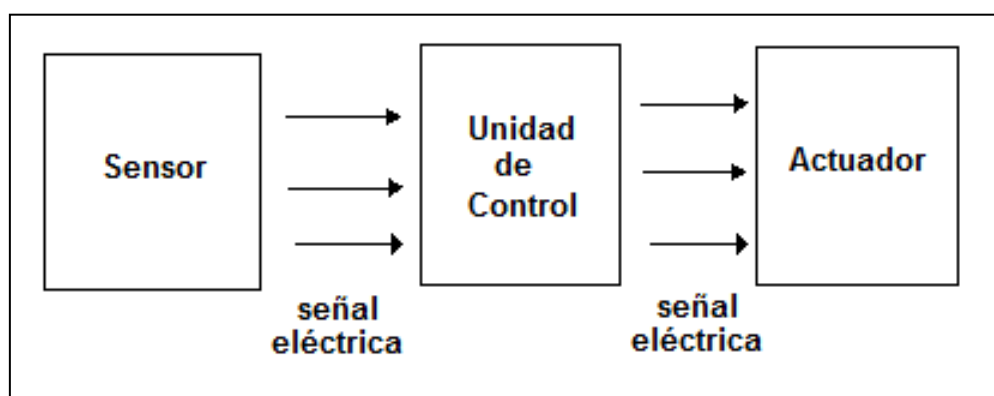


Figura 1.4 Esquema de un sistema de control general.

#### 1.2.2.1 Sensores

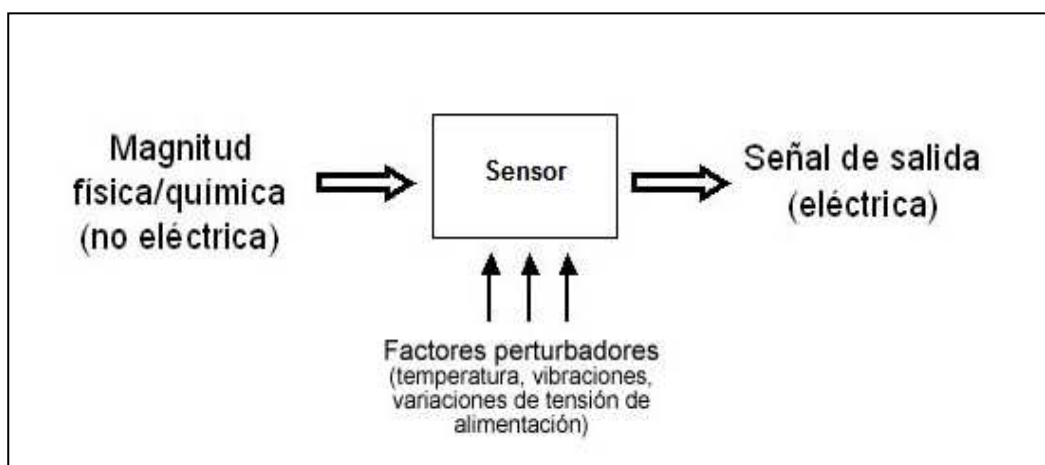
Son instrumentos que convierten una magnitud física (temperatura, revoluciones del motor, etc.) o química (gases de escape, calidad de aire, etc.), en una magnitud eléctrica que pueda ser entendida por la unidad de control. La señal de

<sup>6</sup> <http://www.mecanicavirtual.org/>

salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o la duración del impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos "resistencia", "capacidad" e "inductancia".

Los sensores utilizados en forma general en la gestión electrónica del motor son:

- Temperatura de refrigerante del motor (ETC).
- Temperatura de aire de admisión (MAT).
- Velocidad del vehículo. (VSS).
- Masa de aire (MAF).
- Posición del árbol de levas.
- Temperatura CTS.
- Posición del cigüeñal.
- Detonación.
- Presión absoluta en el múltiple de admisión (MAP).
- Oxígeno.
- Posición de la mariposa (TPS).
- Vacío.



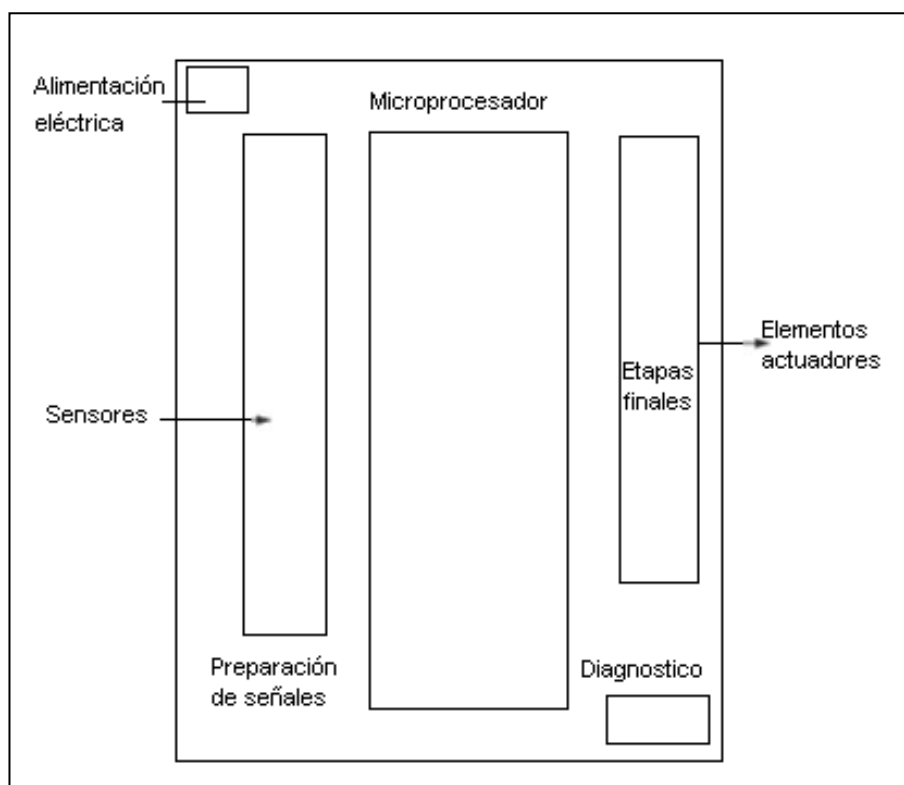
**Figura 1.5** Esquema del funcionamiento de un sensor.

### 1.2.2.2 Unidad de Control Electrónico (ECU)

Es una computadora encargada de administrar y organizar todas las funciones del motor, procesa las señales eléctricas enviadas por los sensores, al mismo tiempo controla a los actuadores por medio de otras señales eléctricas.

Las características de la Unidad de Control son:

- Posee una alimentación de 12v que proviene de la batería
- Los sensores envían señales analógicas y digitales al componente preparador de señales.
- El microprocesador posee memorias RAM, EPROM, EEPROM para almacenar información técnica y de programación fundamental del funcionamiento del vehículo.
- La ECU prepara las señales eléctricas específicas y las envía a los actuadores.
- Para la realización del diagnóstico la ECU posee un conector, el cual permite utilizar un escáner automotriz para realizar el mantenimiento y verificar en forma general el funcionamiento del motor.



**Figura 1.6** Esquema interno de una Unidad de Control para vehículo.

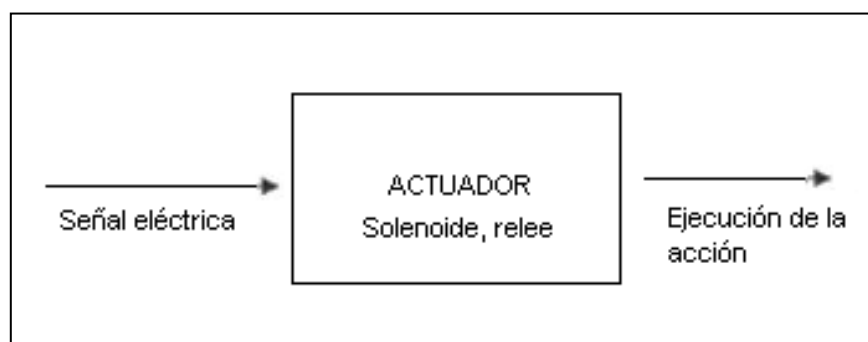


### 1.2.2.3 Actuadores

Son elementos que reciben las señales eléctricas de la unidad de control y actúan en los diferentes sistemas del motor realizando acciones como cambio de posición, inyección de combustible, accionamiento de circuitos eléctricos, abrir o cerrar válvulas y otras. Los actuadores generalmente son solenoides y relés.

Los actuadores utilizados en forma general son:

- Relé de bomba de combustible.
- Bomba de combustible.
- Inyectores.
- Relé de alimentación de corriente.
- Válvula de dosificación del combustible.
- Electro válvula para depósito de carbón activo.
- Termostato para refrigeración del motor.
- Válvula para recirculación de gases de escape.
- Calefacción para sonda lambda.



**Figura 1.7** Esquema de funcionamiento de un actuador.

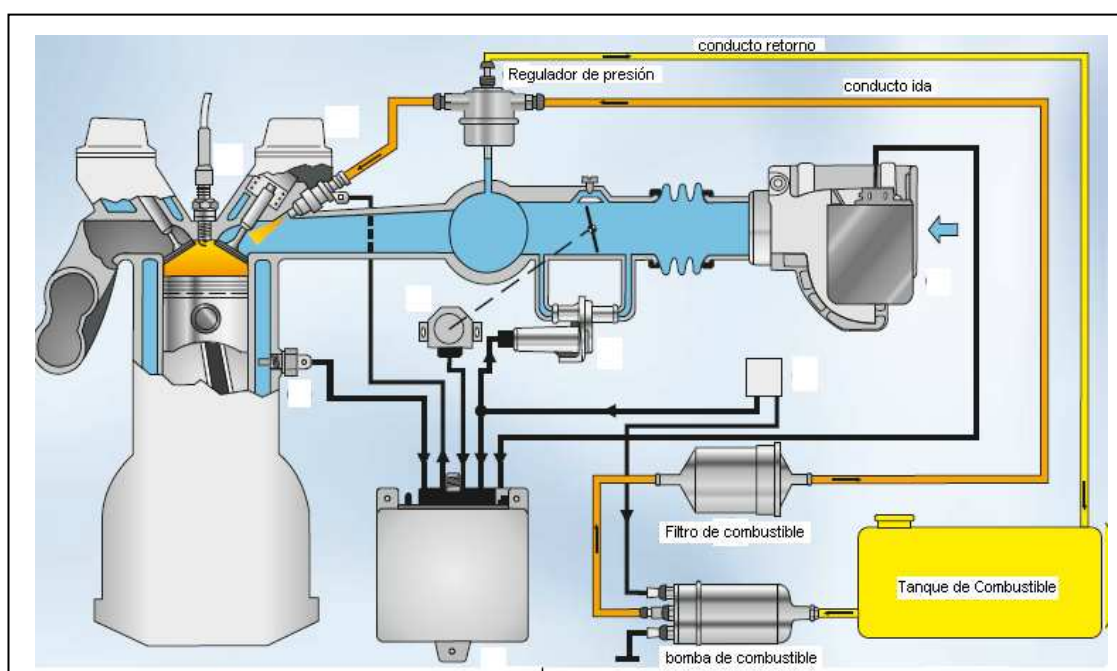
Cuando se activa el Check Engine en los vehículos de inyección electrónica significa que existe un problema en el funcionamiento del motor, al revisar con un escáner automotriz la unidad de control muestra códigos de error siendo la causa del mal funcionamiento un sensor o un actuador produciendo en la mayoría de los casos incremento de las emisiones contaminantes.

### 1.2.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE<sup>7</sup>

Encargado de recibir, almacenar y proporcionar el combustible en forma adecuada para que se mantenga la relación ideal aire-combustible en todos los regímenes de funcionamiento del motor, ya sea en ralentí, media velocidad o a plena carga, reduciendo de esta forma las emisiones vehiculares.

#### Componentes del Sistema de Inyección de Combustible

- Tanque de combustible.
- Conductos.
- Bomba de inyección de combustible.
- Filtro de combustible.
- Riel de inyección.
- Inyectores.



**Figura 1.8** Diagrama de un sistema de alimentación de combustible por inyección.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001

<sup>8</sup> BOSCH, Manual de Sistema de Inyección Electrónica

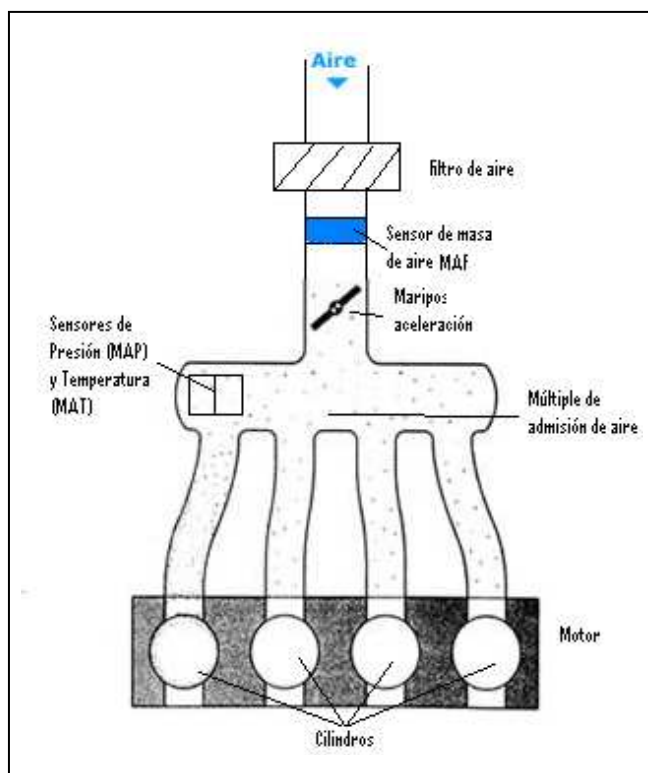
Cuando existe baja presión del sistema, filtros de inyectores taponados se incrementan las emisiones contaminantes. Esto también se produce si los sensores (oxígeno, flujo de aire, temperatura del motor y otros) o actuadores (inyectores, válvula de dosificación de combustible y otros) se encuentran en mal estado.

#### 1.2.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE AIRE<sup>9</sup>

Encargado de recibir y proporcionar el aire para el funcionamiento del motor. Proporciona en forma controlada el aire necesario para todos los regímenes de funcionamiento del motor.

##### Componentes del Sistema de Alimentación de Aire

- Filtro de aire.
- Múltiple de admisión de aire.
- Sensores de MAF, MAP, MAT.
- Mariposa de aceleración.



**Figura 1.9** Esquema del sistema de alimentación de aire.

<sup>9</sup> ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001

Las emisiones contaminantes se incrementan cuando el sistema de alimentación tiene sensores (MAP, MAT, MAF) en mal funcionamiento, múltiple de admisión suelto, filtro de aire sucio o conductos del sistema sucios.

### 1.2.5 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN<sup>10</sup>

Encargado de mantener al motor dentro de los rangos de temperatura preestablecidos para su óptimo funcionamiento, permitiendo tanto su calentamiento, obstruyendo parte de la circulación del refrigerante, o bien permitiendo su refrigeración, para lo cual evacua el exceso de temperatura desde el interior del motor y lo transfiere a la atmósfera.

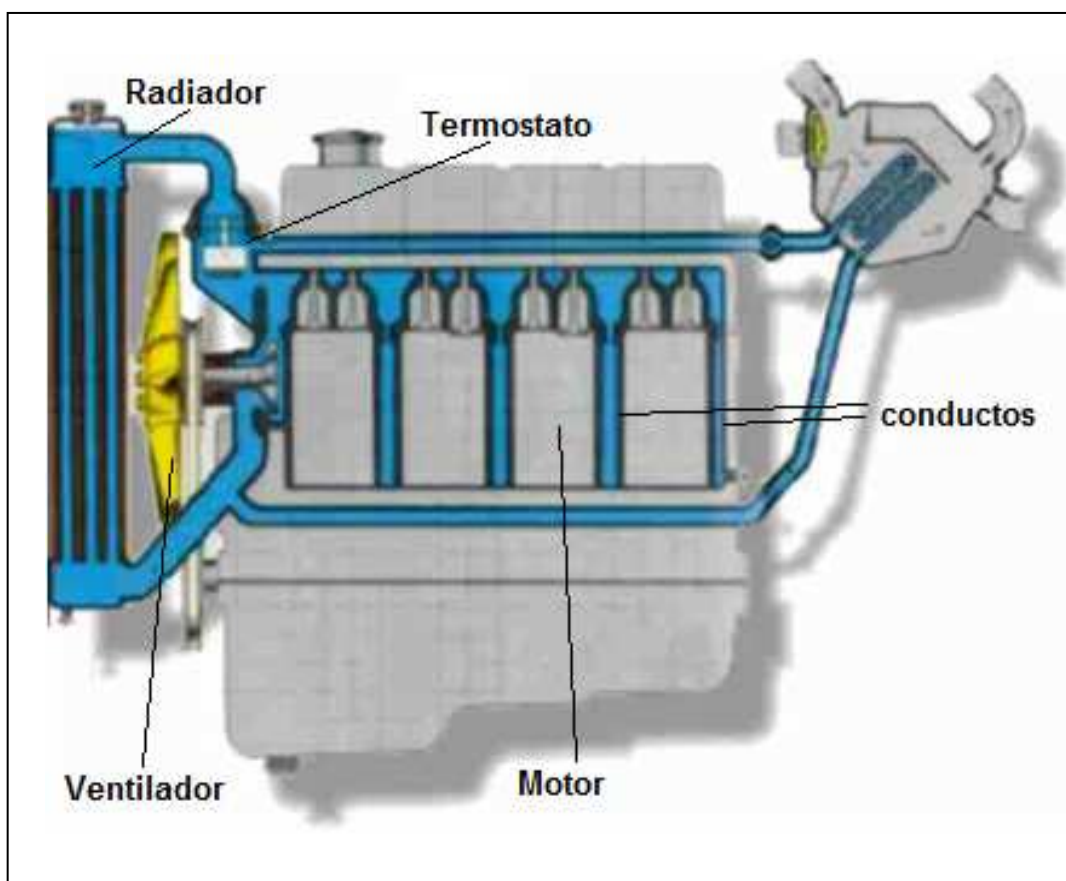


Figura 1.10 Sistema de Refrigeración por Agua

<sup>10</sup> ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001

### **Componentes del Sistema de Refrigeración**

- Bomba de agua.
- Válvula termostática o termostato.
- Radiador.
- Conductos.
- Líquido refrigerante.

Si existiese alguna falla en el sistema de refrigeración que haga que el motor trabaje en elevadas temperaturas la mezcla aire-combustible es pobre en cambio si el sistema enfría demasiado ésta va a ser rica, en ambos casos las emisiones del vehículo varían.

### **1.2.6 SISTEMA DE LUBRICACIÓN<sup>11</sup>**

Proporcionar al motor el lubricante necesario, a las presiones y flujos requeridos. Este sistema es el encargado de interponer una capa de lubricante entre las piezas móviles a fin de disminuir el roce y desgaste.

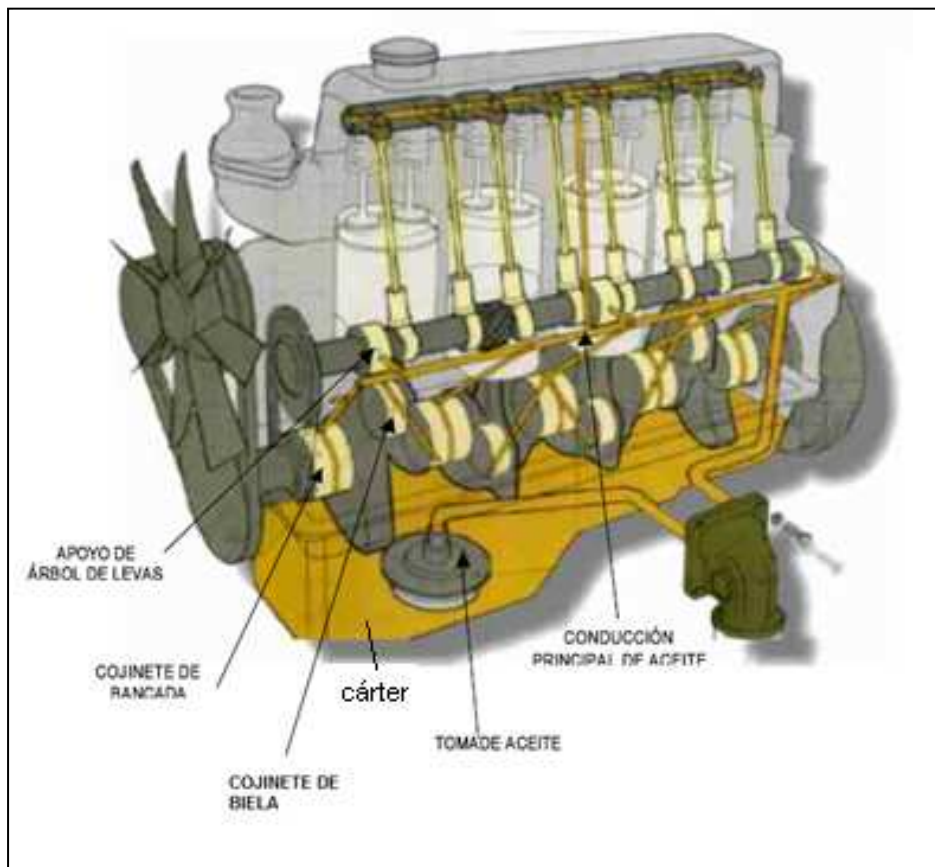
### **Componentes del Sistema de Lubricación**

- Cárter.
- Bomba de aceite.
- Válvula de sobrepresión.
- Filtro de aceite.
- Conductos de lubricación.

Si el sistema de lubricación presenta fugas hacia la cámara de combustión se produce un incremento considerable de hidrocarburos no combustionados y un consumo excesivo de aceite.

---

<sup>11</sup> ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001



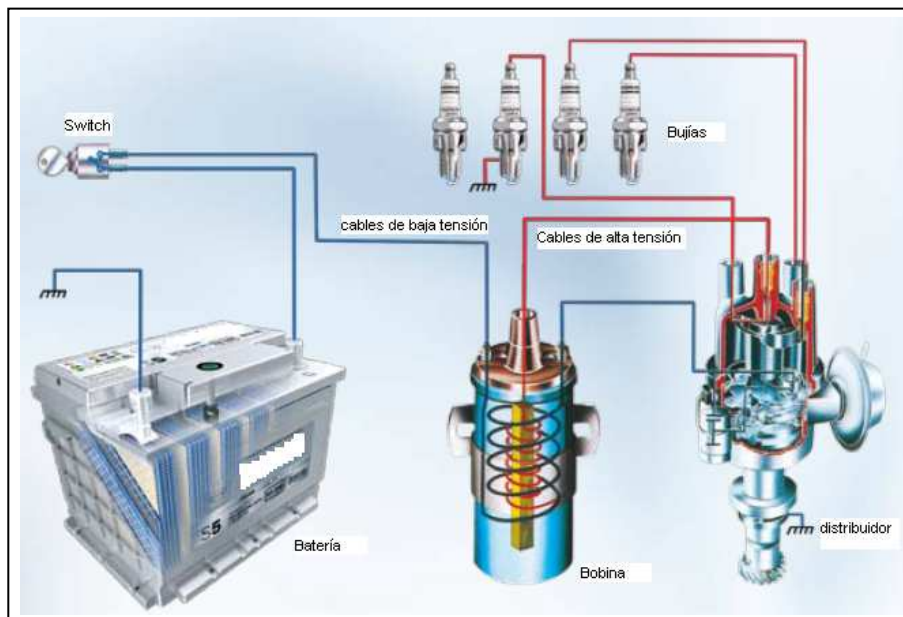
**Figura 1.11** Sistema de Lubricación.

### 1.2.7 SISTEMA DE ENCENDIDO

Es aquel conjunto de componentes del motor, que por medio de diversos mecanismos, produce el arco eléctrico necesario para la inflamación de la mezcla aire combustible comprimido al interior del cilindro.

#### Componentes del Sistema de Encendido

- Bobina de encendido.
- Bujías.
- Batería.
- Cableado de alta y de baja tensión.
- Distribuidor.



**Figura 1.12** Sistema de encendido convencional.<sup>12</sup>

Los parámetros a considerar en éste sistema para que no exista un incremento en las emisiones contaminantes especialmente en los HC son: el tiempo de encendido y voltaje de la chispa, características que dependen del tipo de vehículo y su tecnología.

### 1.2.8 SISTEMA DE ESCAPE<sup>13</sup>

Tiene por función permitir la adecuada salida de los gases desde el interior de los cilindros, creando por medio de su configuración una corriente de gas, de tal forma que los gases sean evacuados. Además, atenua el ruido producido por las explosiones del encendido de la mezcla aire-combustible, para el caso de vehículos modernos el sistema posee convertidor catalítico, elemento que disminuye las emisiones contaminantes con reacciones químicas de reducción y oxidación que se producen en su interior.

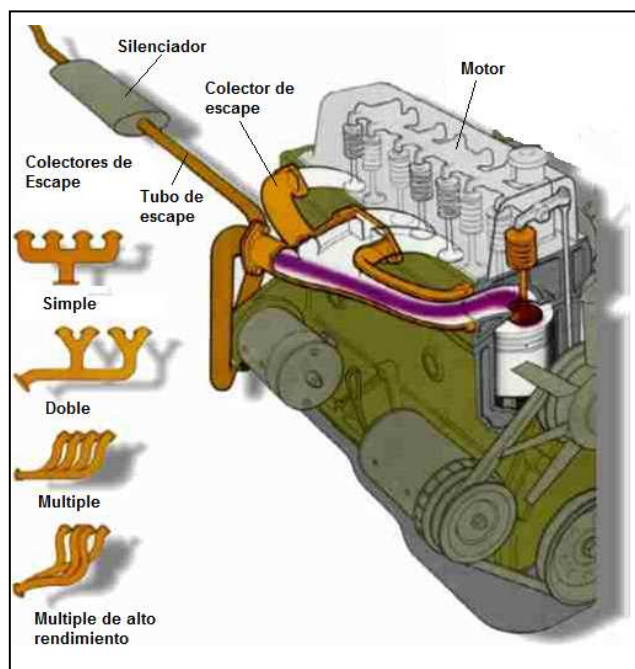
#### Componentes del sistema de escape

- Colectores de escape.
- Tubo de escape.
- Sonda de oxígeno o sensor de oxígeno.

<sup>12</sup> BOSCH, Manual de Sistemas de Encendido.

<sup>13</sup> ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001

- Convertidor catalítico.
- Silenciador.
- Mecanismo de recirculación de gases de escape.



**Figura 1.13** Sistema de Escape

La falta de hermeticidad del tubo de escape ocasiona fugas de gases contaminantes antes del convertidor catalítico, hace que el aire ingrese al sistema afectando a las emisiones, por otro lado si el convertidor catalítico se encuentra en malas condiciones no cumple la función de reducir las emisiones contaminantes. Un elemento que se debe tomar en cuenta dentro de éste sistema es el sensor de oxígeno que garantiza que el motor se mantenga en la condición ideal de aire-combustible permitiendo de ésta forma que el convertidor catalítico trabaje en su punto más óptimo.

### 1.3 LA COMBUSTIÓN

Se define como la reacción química exotérmica de una sustancia o mezcla de sustancias llamada combustible con el oxígeno. Es característica de esta reacción la formación de una llama, que es la masa gaseosa incandescente que emite luz y



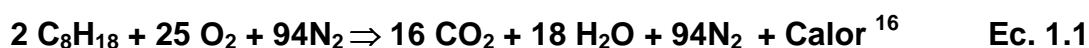
calor. El desprendimiento de calor se realiza de forma tan rápida e intensamente que básicamente se considera como una explosión<sup>14</sup>.

### 1.3.1 TIPOS DE COMBUSTIÓN.<sup>15</sup>

De acuerdo a como se produzcan las reacciones de combustión, éstas pueden ser de distintos tipos:

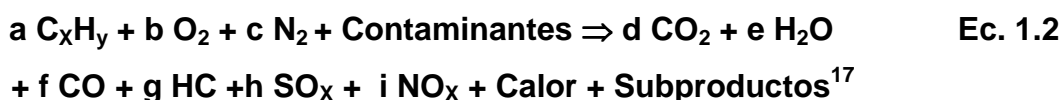
#### Combustión completa

Ocurre cuando las sustancias combustibles reaccionan hasta el máximo grado posible de oxidación. En éste caso no habrá presencia de hidrocarburos no combustionados en los productos de la reacción.



#### Combustión incompleta

Se produce cuando no se alcanza el grado máximo de oxidación y hay presencia de hidrocarburos no combustionados en los productos de la reacción.



#### Combustión estequiométrica o teórica

Es la combustión que se lleva a cabo con la cantidad mínima de aire para que no existan hidrocarburos en los gases de reacción. En éste tipo de combustión no hay presencia de oxígeno en los humos, debido a que éste se ha empleado íntegramente en la reacción.

<sup>14</sup> [www.textoscientificos.com/quimica/combustion](http://www.textoscientificos.com/quimica/combustion)

<sup>15</sup> <http://www.textoscientificos.com/quimica/combustion>

<sup>16</sup> Presentación Power Point CORPAIRE "Contaminación de Origen Vehicular"

<sup>17</sup> Presentación Power Point CORPAIRE "Contaminación de Origen Vehicular"

### **Combustión con exceso de aire (mezcla pobre)**

Es la reacción que se produce con una cantidad de aire superior al mínimo necesario. Cuando se utiliza un exceso de aire, la combustión tiende a no producir hidrocarburos, y es típica la presencia de oxígeno en los productos de la reacción.

### **Combustión con defecto de aire (mezcla rica)**

Es la reacción que se produce con una menor cantidad de aire que el mínimo necesario. Presenta hidrocarburos no combustionados y monóxido de carbono (CO).

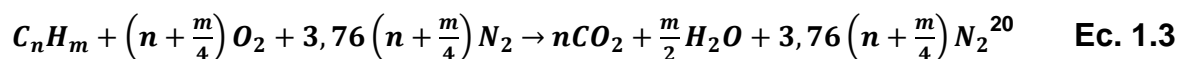
## **1.3.2 RELACIÓN AIRE – COMBUSTIBLE**

Se conoce a la proporción de aire necesaria para la combustión completa de una determinada cantidad de combustible, que es establecida por la aplicación de la ecuación química<sup>18</sup>.

### **Relación estequiométrica**

La combustión requiere que el aire y el combustible se hallen mezclados en una proporción determinada, esta proporción entre el aire y el combustible es lo que se llama relación estequiométrica. En un motor de gasolina la relación ideal es de 14,7:1, es decir son necesarios 14,7 gramos de aire por cada gramo de combustible para realizar una combustión perfecta.<sup>19</sup>

La ecuación general para obtener una relación ideal es:



<sup>18</sup> [http://www.telpin.com.ar/interneteducativa/PeriodicoTEduca/combustion\\_inicial/index.htm](http://www.telpin.com.ar/interneteducativa/PeriodicoTEduca/combustion_inicial/index.htm)

<sup>19</sup> <http://institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf>

<sup>20</sup> TORRES L, URVINA V; Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la Ciudad de Quito; EPN; Quito; 2008.

### 1.3.3 FACTOR LAMBDA ( $\lambda$ )<sup>21</sup>

Se habla de factor lambda o relación lambda ( $\lambda$ ) cuando quiere definirse la relación entre la cantidad de aire real que aspira el motor y la cantidad de aire necesaria para producir una combustión completa, en relación estequiométrica.

$$\mathbf{Lambda}(\lambda) = \frac{\mathbf{Masa\ real\ de\ aire}}{\mathbf{Masa\ teórica\ de\ aire}} \quad \mathbf{Ec.\ 1.4}$$

En definitiva, el factor lambda da una idea muy precisa de cuando la mezcla es rica o pobre. Con una relación lambda  $\lambda = 1$  se obtiene una combustión perfecta porque el aire aspirado coincide con el teórico. Con una lambda ( $\lambda$ ) inferior a 1, por ejemplo 0,8 indica escasez de aire por lo que la mezcla resulta rica de combustible (el aire aspirado es solo el 80 % del necesario).

Con una lambda ( $\lambda$ ) superior a 1, por ejemplo 1,20 indica exceso de aire, por consiguiente una mezcla pobre (el aire aspirado es un 120 % del teórico, es decir un 20 % más del necesario).

### 1.3.4 FORMACIÓN DE CONTAMINANTES PRODUCIDOS POR AUTOMOTORES A GASOLINA (EMISIONES VEHICULARES)

Las emisiones de un automóvil son sustancias nocivas para la gente y el medio ambiente. Estas emisiones pueden presentarse en forma de sólidos, líquidos o gases, por lo tanto se clasifican en:

- Evaporativas
- Material Particulado
- Gaseosas

---

<sup>21</sup> <http://institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf>

### 1.3.4.1 Emisiones Evaporativas

Es la descarga al aire de una o más sustancias gaseosas producto del funcionamiento normal del vehículo o de la volatilidad del combustible. Las emisiones evaporativas se desprenden desde varios puntos a lo largo del sistema de combustible (tanque de combustible), del cárter, caja de cambios y de otros sistemas lubricados.<sup>22</sup>

### 1.3.4.2 Material Particulado

Son sustancias sólidas emitidas a través del escape de un vehículo automotor o de un motor en prueba, producto de una combustión incompleta o de la presencia de elementos extraños en el combustible.<sup>23</sup>

### 1.3.4.2 Emisiones Gaseosas<sup>24</sup>

La mezcla, una vez quemada da origen a la emisión de gases de dos tipos:

- Gases inofensivos:  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$
- Gases Contaminantes:  $HC$ ,  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $SO_2$

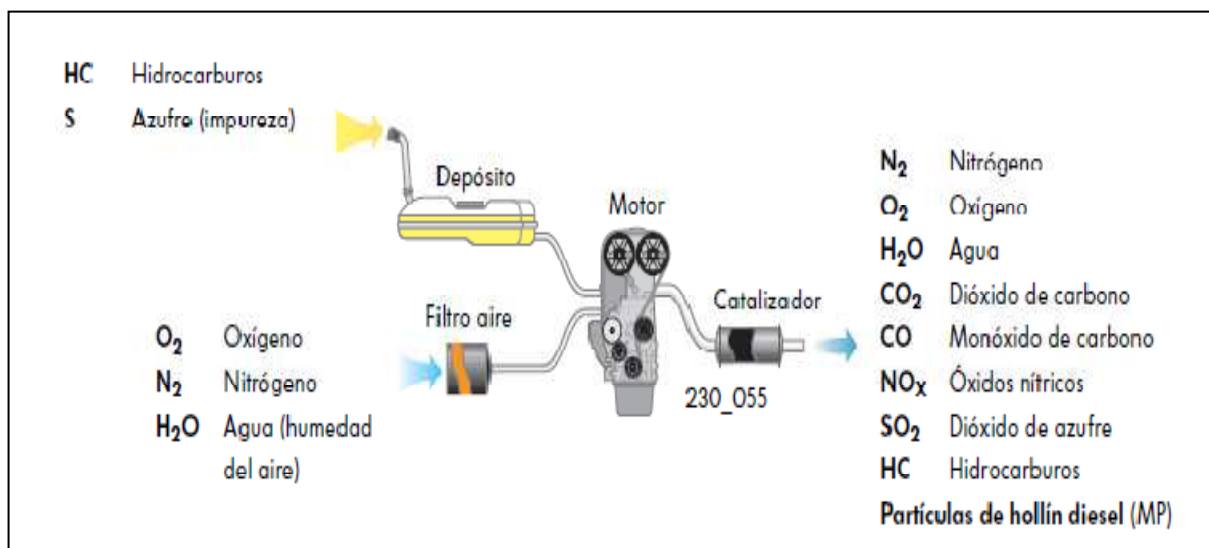


Figura 1.14 Emisiones vehiculares<sup>25</sup>

<sup>22</sup> LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, Presentación Power Point de Emisiones Contaminantes, E.P.N., Quito, 2009

<sup>23</sup> LABORATORIO DE COMBUSTIÓN INTERNA, Presentación Power Point de Emisiones Contaminantes, E.P.N., Quito, 2009

<sup>24</sup> <http://institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf>

<sup>25</sup> Emisiones de escape de gases de vehículos, Programa autodidáctico 230, Audi.

### 1.3.4.2.1 Gases Inofensivos

Los gases inofensivos producto de la combustión son generalmente oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico en cantidades aceptables y vapor de agua.

#### **Oxígeno**

La presencia de oxígeno en los gases de escape indica que la combustión no es perfecta. El oxígeno indica que parte del combustible no se ha quemado, dando origen a emisiones de hidrocarburos y de monóxido de carbono. Las mezclas pobres originan una gran emisión de oxígeno y las mezclas ricas casi las anulan por completo, pero sin llegar hasta cero.<sup>26</sup>

#### **Nitrógeno**

Es un gas no combustible, incoloro e inodoro. Es un componente elemental de nuestro aire respiratorio (78 % nitrógeno, 21 % oxígeno, 1 % otros gases) y se alimenta al proceso de la combustión conjuntamente con el aire de admisión. Una parte del nitrógeno aspirado vuelve a salir puro en los gases de escape, mientras que otra se combina con el oxígeno O<sub>2</sub> (óxidos nítricos NO<sub>x</sub>).<sup>27</sup>

#### **Dióxido de Carbono**

Resulta del proceso de combustión, no es tóxico a bajos niveles. El motor funciona correctamente cuando el CO<sub>2</sub> está a su nivel más alto y es un excelente indicador de la eficiencia de la combustión.

Como regla general, lecturas bajas son indicativas de un proceso de combustión malo, que representa una mala mezcla o un encendido defectuoso.<sup>28</sup>

#### **Vapor de Agua**

Es aspirada en parte por el motor (humedad del aire) o se produce con motivo de la combustión mediante la oxidación del hidrógeno y se libera junto con los gases de escape.<sup>29</sup>

---

<sup>26</sup> <http://autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=109>

<sup>27</sup> <http://autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=109>

<sup>28</sup> <http://cise.com/epea/magazine/3.htm>

<sup>29</sup> [http://as-sl.com/pdf/tipos\\_gases.pdf](http://as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf)

#### **1.3.4.2.2 Gases Contaminantes**

Los gases contaminantes producto de la combustión son generalmente monóxido de carbono CO, hidrocarburos HC, óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub> y dióxido de azufre SO<sub>2</sub>.

##### **Monóxido de Carbono**

Denominado también como óxido de carbono (CO), es un gas incoloro e inodoro así como tóxico y peligroso. La aparición de monóxido de carbono está causada por un exceso de gasolina en la mezcla. La falta de oxígeno para formar el dióxido de carbono origina la aparición de altas concentraciones de monóxido. Será necesario reducir la proporción de gasolina para que la emisión de CO vuelva a los niveles adecuados.<sup>30</sup>

##### **Hidrocarburos**

Aparecen cuando existe un exceso de gasolina en la mezcla. La falta de oxígeno impide que ésta se queme en su totalidad, resultando una combustión incompleta y dando lugar a emisiones de partículas de combustible por el escape. Para evitar esto es necesario reducir la cantidad de gasolina que se introduce al motor. Estos gases también pueden ser causados por deficiencias en el sistema de encendido, una chispa eléctrica pobre no es capaz de asegurar la completa combustión de la mezcla.<sup>31</sup>

##### **Óxidos de Nitrógeno**

Surgen de la combinación entre sí del oxígeno y el nitrógeno del aire, y se forman a altas temperaturas y bajo presión. Este fenómeno se lleva a cabo cuando el motor se encuentra bajo carga.<sup>32</sup>

##### **Dióxido de Azufre**

O anhídrido sulfuroso propicia las enfermedades de las vías respiratorias, pero interviene sólo en una medida muy reducida en los gases de escape. Es un gas incoloro, de olor penetrante, no combustible.

---

<sup>30</sup> <http://institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf>

<sup>31</sup> <http://autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=109>

<sup>32</sup> <http://cise.com/epea/magazine/3.htm>

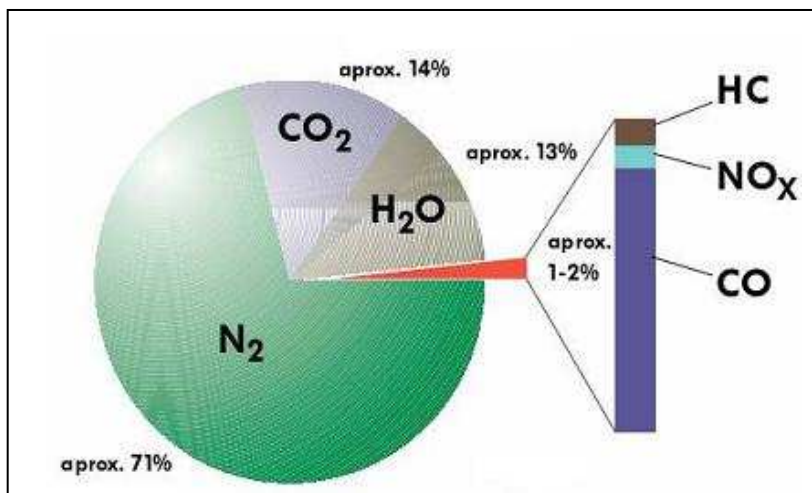


Figura 1.15 Composición de los gases en motores de gasolina.<sup>33</sup>

### 1.3.5 GASES DE ESCAPE Y RELACIÓN LAMBDA ( $\lambda$ )<sup>34</sup>

La relación aire-combustible (factor lambda) tiene una influencia decisiva sobre la emisión de los gases contaminantes. En la figura 1.16 se puede observar como varía la concentración de los contaminantes al acercarse o alejarse del valor  $\lambda=1$ .

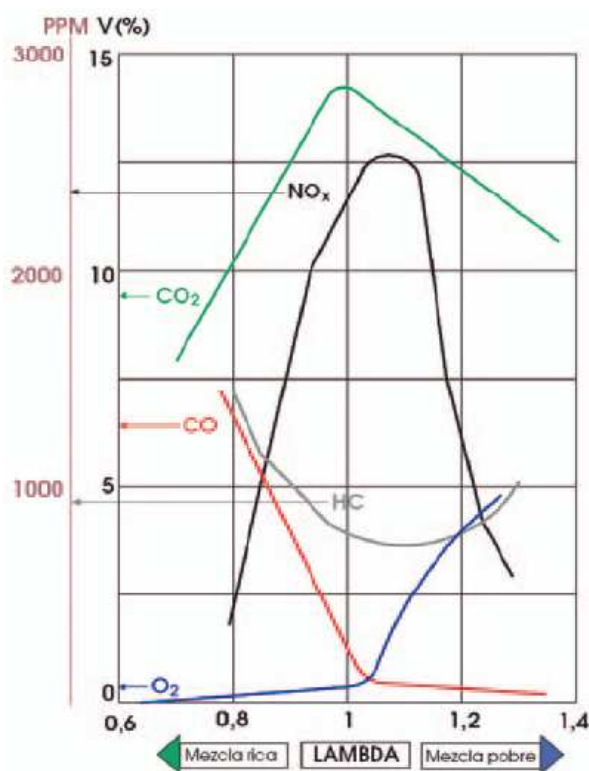


Figura 1.16 Factor Lamba vs. Contaminantes

<sup>33</sup> Emisiones de escape de gases de vehículos, Programa autodidáctico 230, Audi.

<sup>34</sup> <http://institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf>

### **Monóxido de Carbono (CO) y Anhídrido Carbónico CO<sub>2</sub>**

La emisión de monóxido de carbono (CO) aumenta en mezclas ricas, esto es para mezclas con un factor lambda ( $\lambda$ ) inferior a 1,00. El oxígeno existente no es suficiente para completar la combustión, por lo cual el contenido de CO en los gases de escape es elevado. Por el contrario el monóxido de carbono (CO) disminuye con mezclas pobres, esto es para mezclas con un factor lambda ( $\lambda$ ) superior a 1,00. El oxígeno presente es abundante y la combustión tiende a completarse, por lo cual el contenido de CO en los gases de escape alcanza valores mínimos.

La concentración de CO<sub>2</sub> alcanza el valor máximo para coeficientes  $\lambda$  cercanos al valor 1,00. El valor de CO<sub>2</sub> puede dar una idea de la "calidad" de la combustión, obsérvese en la figura 1.16 que el pico de valor máximo corresponde prácticamente con una mezcla con un factor  $\lambda$  ligeramente superior a 1,00.

### **Hidrocarburos (HC)**

La concentración de hidrocarburos sin quemar se reduce a valores mínimos para relaciones aire-combustible ligeramente superiores a la estequiométrica, es decir, para mezclas clasificadas como pobres ( $\lambda = 1,2$ ). Con mezclas ricas es imposible quemar por completo los hidrocarburos por falta de oxígeno. Por el contrario, con mezclas muy pobres ( $\lambda > 1,2$ ) se pueden tener retrasos en la combustión, dificultad de propagación de la llama o fallos de encendido al haberse superado los límites de inflamabilidad. En éste caso la combustión resulta incompleta y se comprueba un aumento significativo de los HC emitidos en el escape.

### **Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

La dosificación influye también en la emisión de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Una mezcla pobre contiene una cantidad mayor de oxígeno que facilita la formación de NO<sub>x</sub>. Para valores  $\lambda = 1,1$  (relación aire-gasolina de 16:1) ligeramente superior a la relación estequiométrica ( $\lambda = 1,0$ ) se obtiene la concentración máxima de NO<sub>x</sub>. Si aumenta aún más la dosificación, disminuye la temperatura de combustión y por consiguiente se reduce la cantidad de óxidos de nitrógeno aunque exista exceso de oxígeno.



## **1.4 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD Y MEDIO AMBIENTE<sup>35</sup>**

Actualmente son considerables los efectos de la contaminación proveniente de los vehículos en la salud de las personas y en el medio ambiente, por lo tanto varios países a nivel mundial invierten mucho dinero en el control e investigación con el objetivo de reducir la emisión de estos gases.

### **1.4.1 EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES EN LA SALUD**

Las numerosas investigaciones realizadas en todo el mundo han evidenciado asociación positiva entre la concentración de los contaminantes en el aire (SO<sub>2</sub>, NOx y CO) y efectos negativos en la salud de las personas.

Los grupos más susceptibles a los efectos adversos de la contaminación del aire son los niños, los ancianos y aquellos con enfermedades cardíacas o respiratorias. Es importante describir los efectos que produce cada uno de los contaminantes en la salud de las personas.

#### **Efectos por exposición a monóxido de carbono**

El monóxido de carbono causa su daño al reaccionar con la hemoglobina de la sangre, formando carboxihemoglobina (COHb). La hemoglobina así combinada no puede desempeñar su función normal como es la de transportar oxígeno en la sangre (como Oxihemoglobina, O<sub>2</sub>Hb). Como la sangre presenta una disminución en el transporte de oxígeno en el organismo, se ocasiona déficit de oxígeno en los tejidos produciéndose efectos negativos en las personas.

#### **Efectos por exposición a óxidos de nitrógeno**

Los niveles importantes de óxidos de nitrógeno en el aire pueden irritar los ojos, la nariz, la garganta, los pulmones, y posiblemente causar tos y una sensación de falta de aliento, cansancio y náusea, también puede producir acumulación de líquido en los pulmones 1 ó 2 días luego de la exposición. Respirar altos niveles de óxidos de nitrógeno puede rápidamente producir quemaduras, espasmos y

---

<sup>35</sup> MUÑOZ, A; QUIROZ, C; PAZ, J; Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en adultos que laboran en diferentes niveles de exposición.

dilatación de los tejidos en la garganta y las vías respiratorias superiores, reduciendo la oxigenación de los tejidos del cuerpo, produciendo acumulación de líquido en los pulmones y la muerte.

### **Efectos por exposición a óxidos de azufre**

El dióxido de azufre causa fuerte irritación en ojos, nariz, garganta, incrementa la crisis asmática y recrudecen las alergias respiratorias. Al penetrar a las vías respiratorias afecta directamente al sistema pulmonar. Este efecto especialmente se da en los niños, que pueden desarrollar una enfermedad aguda, que se manifiesta por una tos seca y fiebre, y en casos extremos, puede producir la muerte por asfixia.

### **Sinergias**

Debe tenerse en cuenta, que existen fenómenos de sinergia y potenciación de los efectos de los contaminantes, particularmente sobre el aparato respiratorio y de manera especial, entre los óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y el ozono. Esto obliga a que en determinadas circunstancias deban tomarse precauciones especiales de protección de la población, aun cuando los niveles de cada uno de tales medidas estos contaminantes no justifiquen por sí solos.

## **1.4.2 EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE**

Los efectos que los gases contaminantes causan en el medio ambiente son muy variados. Los óxidos de nitrógeno contribuyen de forma sensible a agravar los dos principales problemas ambientales globales que se registran en la actualidad: el efecto invernadero y el debilitamiento de la capa de ozono. El anhídrido sulfuroso es el principal causante de la lluvia ácida, que tiene efectos destructivos sobre la salud de los bosques y sobre el equilibrio ecológico de las aguas continentales, mientras que el dióxido de carbono interviene directamente en el efecto invernadero.

## **Efecto Invernadero**

El efecto invernadero se basa en el hecho de que concentraciones crecientes de dióxido de carbono, principalmente y junto con otros gases de efecto invernadero, resultantes de las actividades humanas, pueden causar cambios climáticos al verse afectada la temperatura superficial de la Tierra. Este efecto se produce por la interacción entre la cantidad creciente de dióxido de carbono y la radiación que escapa de la Tierra. La mayor parte de la radiación solar incidente, compuesta por muchas longitudes de onda, no llega a la superficie de la Tierra. El ozono atmosférico filtra la mayor parte de la radiación ultravioleta, mientras que el vapor de agua y el dióxido de carbono atmosférico absorben buena parte de la radiación infrarroja, que se puede detectar en la piel en forma de calor. Como resultado, casi toda la luz que llega a la superficie se halla en la gama visible.

## **1.5 FACTORES DE EMISIÓN**

Es una relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad. Se pueden clasificar en dos tipos: los basados en procesos y los basados en censos. Los primeros se utilizan para estimar emisiones de fuentes puntuales y a menudo se combinan con los datos de actividad recopilados en encuestas o en balances de materiales o de consumo de energía. Por otro lado, los factores de emisión basados en censos se usan generalmente para estimar emisiones de fuentes de área<sup>36</sup>.

### **1.5.1 FACTORES DE EMISIÓN BASADOS EN PROCESOS<sup>37</sup>**

Utilizan resultados de muestreos de fuentes representativas para desarrollar factores de emisión, los cuales se expresan como unidades de masa de contaminante emitido por unidad de proceso. Entre las unidades de proceso más comunes se encuentran el consumo de energía, el consumo de materia prima, las unidades de producción, el calendario de operación, o el número de dispositivos ó

---

<sup>36</sup> AVILA G, PACHECO R; Inventario de Emisiones de Fuentes de Áreas para la Ciudad de San Luis Potosí; UASLP; México; 2002

<sup>37</sup> TORRES L, URVINA V; Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la Ciudad de Quito; EPN; Quito; 2008.

las características de éstos. Por ejemplo, lb/MMBtu (libras por millones de Btu.), lb/gal, lb/lote, lb/hr ó lb/pie<sup>2</sup>.

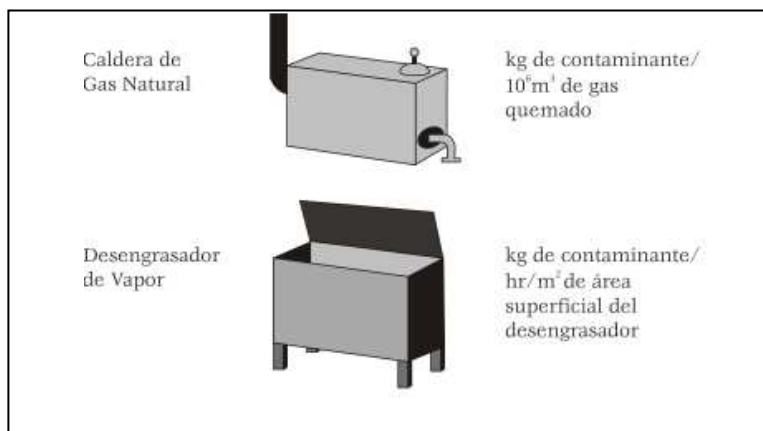


Figura 1.17 Ejemplos de factores de emisión basados en Procesos.

### 1.5.2 FACTORES DE EMISIÓN BASADOS EN CENSOS SOCIOECONÓMICOS O DE POBLACIÓN<sup>38</sup>

Es un método eficiente para estimar emisiones de fuentes de área que no se pueden caracterizar a través de datos de actividad, consumo de combustibles y/o consumo de materias primas, los cuales son imprescindibles para aplicar factores de emisión basados en procesos. Además, comparada con otras técnicas de estimación, ésta puede ser una opción más costo-efectiva dado que los datos de censos ya están disponibles en la mayor parte de las regiones donde se realizan inventarios de emisiones.

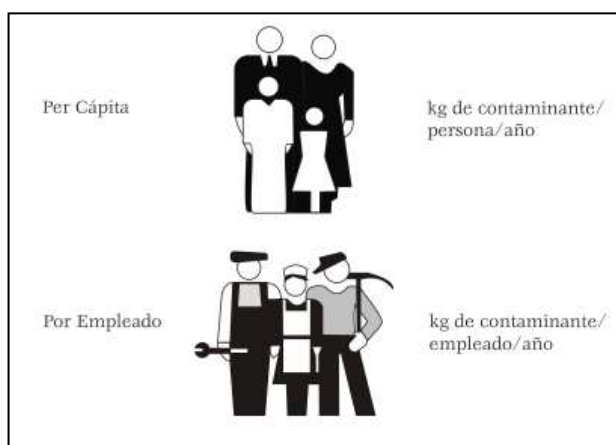


Figura 1.18 Ejemplos de factores de emisión basados en Censos.

<sup>38</sup> TORRES L, URVINA V; Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la Ciudad de Quito; EPN; Quito; 2008

### 1.5.3 UTILIZACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN<sup>39</sup>

Los factores de emisión para el caso de la contaminación vehicular son utilizados en el proceso de cálculo para la determinación de las emisiones en los diferentes tipos de automóviles pertenecientes al parque automotor de una ciudad o región, son el producto algebraico entre los factores de emisión y la distancia recorrida en un tiempo determinado, ésta última es conocida como factor de actividad para un vehículo.

$$E_{i,j} = A_{i,j} * EF_{i,j} \quad \text{Ec 1.5}$$

$E_{i,j}$  : emisión del contaminante j, a causa de la actividad i

$A_{i,j}$ : nivel de actividad i que produce la emisión del contaminante j

$EF_{i,j}$ : factor de emisión del contaminante j típico de la actividad i

Los contaminantes, producto de la combustión, que emanan los vehículos del parque automotor, se determinan en: laboratorio, con equipos a bordo y por sensor remoto fijo. Estas medidas se introducen en los diversos métodos de estimación para determinar la emisión de contaminantes de las fuentes móviles y elaborar inventarios que permitan evaluar diversos programas de contaminación del aire en una ciudad o en un lugar determinado.

Un estudio en 1993 de la EPA, Environmental Protection Agency, indica que los vehículos en ruta en Estados Unidos emiten un 62% de CO, un 32% de NOx y un 26% de HC, por lo tanto era importante crear un inventario de emisiones de vehículos a motor IEVM para entender de forma correcta el problema de contaminación de éste tipo de fuentes. Actualmente para elaborar un IEVM se utiliza un método basado en el consumo de combustible del cual se tiene factores de emisión en gramos de contaminantes por millas recorridas o su equivalente a kilómetros<sup>40</sup>.

<sup>39</sup> PARRA R; Inventarios de Emisiones-Comportamiento de los gases; CORPAIRE; Quito; 2008.

<sup>40</sup> SINGER,B; HARLEY,R; A Fuel-Based Motor Vehicle Emission Inventory; University of California Berkley

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN**

Existen varias metodologías que permiten determinar los factores de emisión de fuentes móviles, esto se realiza con la medición de contaminantes utilizando pruebas estáticas o dinámicas y la aplicación de métodos y/o modelos, los mismos que han sido elaborados mediante múltiples experimentos realizados en distintos lugares del mundo.

#### **2.1 PRUEBAS ESTÁTICAS PARA ESTIMAR FACTORES DE EMISIÓN**

Son utilizadas por su simplicidad de realización, bajo costo en equipos, confiabilidad de las mediciones, entre otras; por estas razones se emplea en el control de emisiones vehiculares, estimación de factores de emisión y como una herramienta de diagnóstico para el mantenimiento automotriz.

En base a la estimación de los factores de emisión obtenidas de las mediciones de las emisiones de CO, CO<sub>2</sub> y HC con pruebas estáticas se puede valorar el impacto ambiental producida por la contaminación ocasionada por lo vehículos.<sup>41</sup>

##### **2.1.1 PRUEBA ESTÁTICA PARA DETERMINAR EMISIONES CONTAMINANTES**

Es la prueba efectuada a un vehículo, en ralentí y en marcha crucero en condiciones estáticas utilizando un analizador de gases, medidor de temperatura y medidor de r.p.m. cumpliendo con la normativa de regulación de cada país, figura 2.1. Para realizar las mediciones de contaminantes, se debe llevar a cabo una revisión del equipo (analizador de gases), la preparación y revisión visual del vehículo antes de iniciar el procedimiento de medición.

---

<sup>41</sup> San José de Costa Rica – Proyecto aire Limpio

### 2.1.1.1 Revisión del equipo antes de la prueba<sup>42</sup>

Mantener el equipo siempre en condiciones óptimas de funcionamiento, operarlo y calibrarlo de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante y las especificaciones contenidas en las normas de cada país, eliminar cualquier partícula extraña, agua o humedad que se acumule en los filtros y la sonda.



Figura 2.1 Analizador de gases.<sup>43</sup>

### 2.1.1.2 Revisión visual del vehículo antes de la prueba.<sup>44</sup>

Para asegurar que el vehículo reúna las condiciones necesarias para someterlo al procedimiento de medición, es indispensable realizar una inspección visual para revisar que se encuentren en buen estado y operando adecuadamente los siguientes dispositivos: el sistema de escape (sin fugas y alteraciones), el filtro de aire, tapón del dispositivo de aceite, el tapón del combustible, bayoneta de medición del nivel de aceite del cárter, las mangueras de conexión al motor y al tanque de combustible. También se debe verificar que algún componente de control de emisiones o elementos de diseño de fábrica del automóvil no hayan sido retirados o alterados, que puedan afectar el funcionamiento correcto.

<sup>42,44</sup> SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA; Norma Oficial Mexicana NOM-047-ECOL-1999

<sup>43</sup> [www.worldimportaciones.com](http://www.worldimportaciones.com)

### **2.1.1.3 Preparación del vehículo para la prueba<sup>45</sup>**

En la preparación se debe revisar que el control del ahogador no se encuentre en operación (en vehículos que lo dispongan), los accesorios del vehículo estén apagados esto incluye las luces y aire acondicionado, asegurarse que el motor del vehículo funcione a su temperatura normal de operación, en el caso de transmisiones automáticas, el selector se debe encontrar en posición de estacionamiento o neutral, y en el caso de transmisiones manuales o semiautomáticas, que dicho selector esté en neutral y sin presionar el pedal del embrague.

### **2.1.1.4 Procedimientos de medición de prueba estática<sup>46</sup>**

Consiste en un procedimiento de medición de las emisiones de los gases (hidrocarburos, monóxido de carbono, bióxido de carbono y oxígeno) en el tubo de escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usan gasolina. El método de prueba estática consiste en tres etapas: una revisión visual de humo, una prueba de marcha cruceo y una prueba de marcha lenta en vacío.

### **Prueba de revisión visual del humo<sup>47</sup>**

Se debe conectar el tacómetro del equipo de medición al sistema de ignición del motor del vehículo y efectuar una aceleración a  $2500 \pm 250$  revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Si se observa emisión de humo negro o azul y éste se presenta de manera constante por más de 10 segundos, no se debe continuar con el procedimiento de medición. Esta prueba no debe durar más de un minuto. La emisión de humo azul indica la presencia de aceite en el sistema de combustión y la emisión de humo negro exceso de combustible no quemado, por lo tanto cualquiera de las dos indican altos niveles de emisión de hidrocarburos entre otros contaminantes.

---

<sup>45, 46, 47</sup> SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA, Norma Oficial Mexicana NOM-047-ECOL-1999



**Prueba de marcha en cruceo<sup>48</sup>**

Se debe introducir la sonda de medición al tubo de escape de acuerdo con las especificaciones del fabricante del equipo, asegurándose de que ésta se encuentre perfectamente fija. Se procede a acelerar el motor del vehículo hasta alcanzar una velocidad de  $2,500 \pm 250$  revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico debe determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores. Esta prueba no debe durar más de un minuto.

**Prueba de marcha lenta en vacío<sup>49</sup>**

Se procede a desacelerar el motor del vehículo a la velocidad de marcha en vacío especificada por su fabricante que no será menor a 650 ni mayor a 1100 revoluciones por minuto, manteniendo ésta durante un mínimo de 30 segundos. Después de 25 segundos consecutivos bajo estas condiciones de operación, el técnico debe determinar las lecturas promedio que aparezcan en el analizador durante los siguientes 5 segundos y registrar estos valores. Esta operación no debe durar más de un minuto.

**2.1.1.5 Análisis de resultados**

Las mediciones obtenidas en la prueba, siguiendo el procedimiento descrito serán utilizadas para estimar los factores de emisión, al no cumplir éste los datos obtenidos no serán reales y con estos no se podrá realizar la estimación. El número de pruebas que se deben realizar dependerá del criterio estadístico.

---

<sup>48,49</sup> SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA, Norma Oficial Mexicana NOM-047-ECOL-1999

## **2.2 PRUEBAS DINÁMICAS PARA DETERMINAR FACTORES DE EMISIÓN**

Se aplican para conocer el comportamiento de las fuentes móviles con respecto a las emisiones contaminantes en condiciones reales o simuladas con carga, a diferencia de las pruebas estáticas que lo hacen sin carga realizando mediciones de CO, CO<sub>2</sub>, HC y O<sub>2</sub> pero no lo hacen con NO<sub>x</sub>.

Existen varias pruebas dinámicas que se utilizan actualmente para determinar los factores de emisión, las más utilizadas son: con dinamómetro, a bordo (On-Board) y con sensor remoto. Estas dependen de la metodología que se aplique en la medición de los contaminantes de fuentes móviles como: automotores, motocicletas, buses, etc. son:

### **2.2.1 PRUEBA CON DINAMÓMETRO**

Es el procedimiento en el cual las medidas de emisiones vehiculares se realizan bajo condiciones de laboratorio, durante un ciclo de conducción que simula la operación del vehículo en carretera. Estas pruebas se encuentran debidamente regularizadas mediante protocolos estandarizados, se aplican en dinamómetros ya sea de chasis o banco aplicando distintos ciclos de conducción y se usan a menudo en procedimientos regulatorios o de control para chequear el estado de los vehículos ya sean nuevos o usados logrando así mantener un estado de emisiones reguladas.

#### **2.2.1.1 Pruebas con Dinamómetros de Banco**

Son utilizadas en motores los cuales se encuentran desmontados de su chasis o simplemente colocados en bancos equipados para utilizarlos en investigación. Para realizar éstas pruebas se necesitan equipos como el dinamómetro de banco conectado al motor de ensayo y un analizador de gases estático con capacidad de medir NO<sub>x</sub>.



**Figura 2.2** Dinamómetro de Banco acoplado a un motor.

#### **2.2.1.2. Pruebas con Dinamómetros de Chasis**

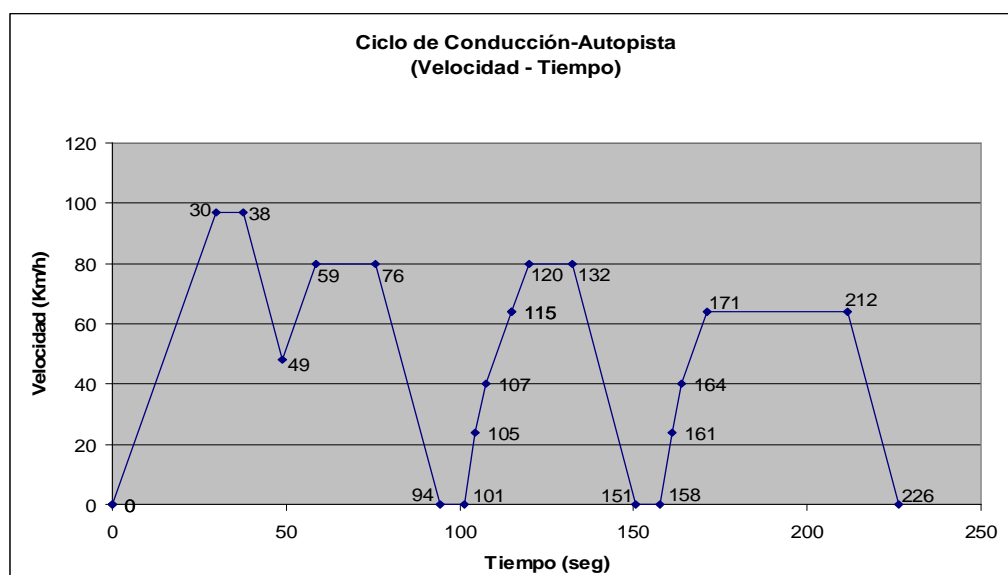
Se emplean en laboratorios equipados con dinamómetros de chasis en donde se utilizan el vehículo completo sin necesidad de desmontar el motor, el procedimiento permite realizar actividades de control o de investigación de emisiones contaminantes, consumo de combustible, torque y potencia, entre otras. El equipo simula el ciclo de conducción específico de acuerdo a las características propias de la prueba utilizando el software que posee. Como se observa en la figura 2.3, un vehículo de tracción delantera es utilizado en un dinamómetro de chasis para determinar las características mencionadas del automóvil.



**Figura 2.3** Prueba con dinamómetro de chasis

### Ciclos de conducción<sup>50</sup>

Un ciclo de conducción es un perfil de velocidades trazado en un plano velocidad–tiempo, o velocidad-distancia, que representa una forma típica de conducir en una ciudad o autopista, tomando en cuenta la tecnología del vehículo, el tráfico, las carreteras, condiciones climáticas y geográficas (altitud, entre la más importante) y también características de manejo de los mismos conductores. Estos ciclos de conducción tienen una gran importancia, entre otros fines, para planear adecuadamente el desarrollo de alguna ciudad, el desarrollo de tecnología para los nuevos automóviles, en la validación de modelos que predicen el comportamiento de los vehículos en la vía pública y en los inventarios de emisiones contaminantes en las grandes urbes, los cuales a su vez, permiten establecer estrategias para controlar el equilibrio ecológico del lugar, ciudad o región; entendiéndose éste como “la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.



**Figura 2.4** Ejemplo de un ciclo estándar de conducción (Ciclo de Autopista según la norma SAE J1082)<sup>51</sup>

<sup>50</sup> GONZÁLEZ, R; Los Ciclos de Manejo, una herramienta útil si es dinámica para Evaluar el consumo de combustible y las emisiones Contaminantes del auto transporte, 2006.

<sup>51</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos Livianos a Gasolina en la Ciudad de Quito; Quito, 2006.

### 2.2.2 PRUEBAS CON EQUIPOS DE MEDICIÓN A BORDO

Este procedimiento de medición a bordo (On-board) es ampliamente reconocido como una aproximación deseable de la cuantificación en lo que respecta a emisiones vehiculares en condiciones reales.



**Figura 2.5** Equipo On-Board OEM-2100TM instalado en el asiento del acompañante<sup>52</sup>

La tecnología utilizada en éste tipo de equipos, varía en función de la aplicación y precisión de los resultados. El mayor reto es medir de manera confiable la concentración de emisiones y el flujo de gases de escape en tiempo real para obtener resultados en masa de cada contaminante, en función del tiempo, la distancia recorrida. y/o consumo de combustible.

Los equipos de medición a bordo tienen entre sus principales ventajas, la posibilidad de realizar pruebas en ruta en condiciones reales de operación del vehículo, por lo que son utilizados en la determinación de factores de emisión.<sup>53</sup>

Entre las desventajas (superables), es importante considerar la necesidad de tiempo para su instalación, espacio dentro del vehículo y la disponibilidad de los vehículos de prueba. Comparando con otros procedimientos la medición a bordo elimina todo lo que concierne a estados no representativos de manejo que se da en el caso de la pruebas con dinamómetros o lo que respecta en cuanto a la ubicación como se da en el caso de los sensores remotos.

---

<sup>52</sup> FREY,C; Emissions Reduction Through Better Traffic Management: An Empirical Evaluation Based Upon On-Road Measurements, 2001

<sup>53</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos Livianos a Gasolina en la Ciudad de Quito; Quito, 2006.

En el caso de la experimentación de éste tipo se necesita un equipo analizador de gases on-board conectado al vehículo, selección de un ciclo estándar de manejo simulado en la carretera y el conductor capacitado.



**Figura 2.6** Automóvil Toyota Camry Equipada con el equipo on-board OEM-2100TM<sup>54</sup>

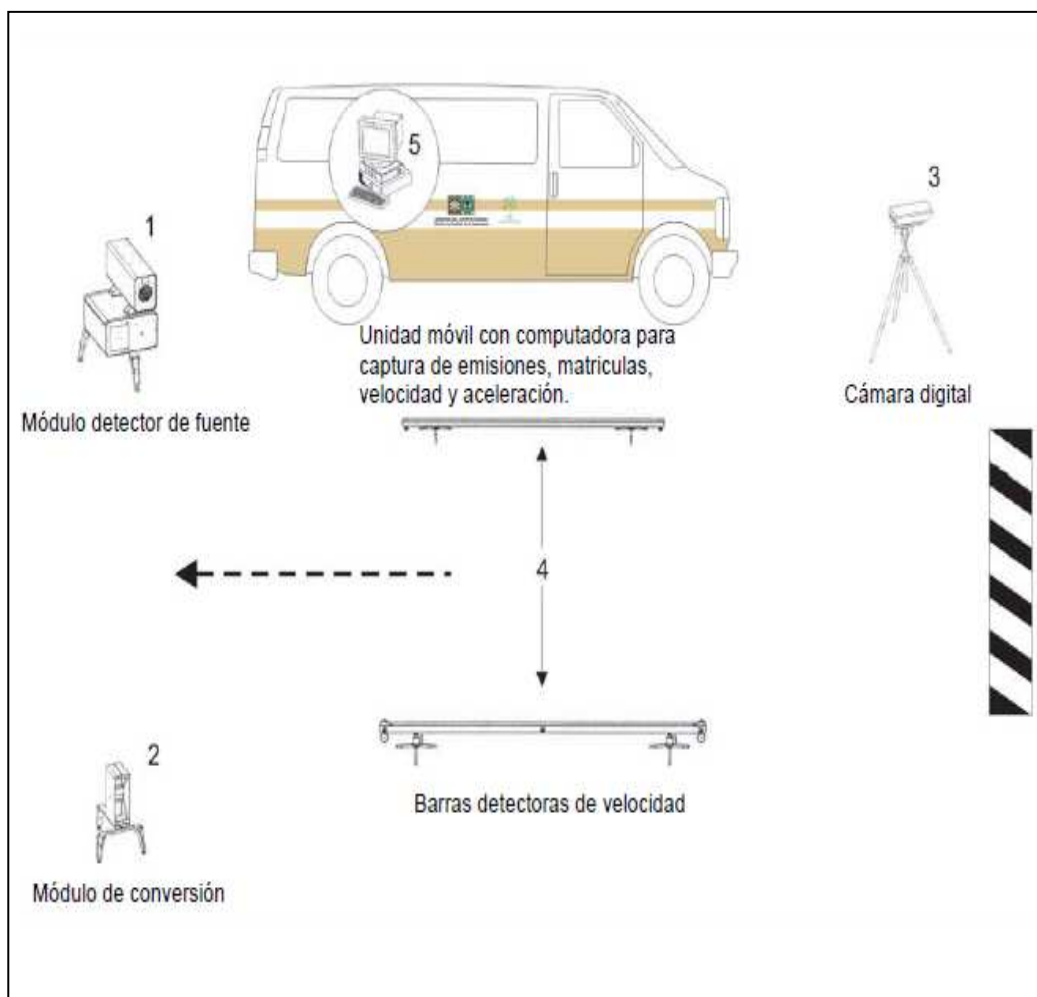
### **2.2.3 PRUEBAS CON SENSOR REMOTO<sup>55</sup>**

En éstas pruebas con sensor remoto permiten conocer las emisiones contaminantes de los automotores ligeros que se encuentren circulando en cualquier vialidad, sin necesidad de instalar ningún dispositivo en el vehículo. Este procedimiento de evaluación permite obtener en poco tiempo datos de emisiones de miles de vehículos, con lo cual se puede conocer el estado ambiental de alguna localidad y compararlo con lo que ocurre en otras ciudades en donde apliquen programas ambientales distintos ó bien, compararlo con resultados de esa misma ciudad pero obtenidos en otro momento; ambas comparaciones arrojan indicadores sobre la operación y eficiencia de las distintas acciones ambientales que se desarrollan en las ciudades.

<sup>54</sup> FREY,C; Emissions Reduction Through Better Traffic Management: An Empirical Evaluation Based Upon On-Road Measurements, December 2001

<sup>55</sup> Campaña de Monitoreo Ambiental a distancia de los vehículos, Zona Metropolitana del Valle de México, Junio 2006.

El equipo sensor remoto lanza un haz de luz infrarroja a través de cualquier vialidad, a la altura del tubo de escape de gases, hacia una serie de detectores o filtros para bandas de absorción de 3.3, 4.6 y 4.3 micrómetros, en donde se mide la cantidad de energía absorbida, y se obtiene las relaciones de emisiones: (HC/CO<sub>2</sub>) y (CO/CO<sub>2</sub>), en el caso de los óxidos de nitrógeno, su medición se lleva a cabo utilizando una fuente de luz ultravioleta y su relación de emisión es (NO/CO<sub>2</sub>). Utilizando estas relaciones se pueden determinar las emisiones de HC, CO, NO y CO<sub>2</sub>, los resultados obtenidos se presentan en partes por millón para los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno y en porcentaje de volumen para el monóxido y el bióxido de carbono.



**Figura 2.7** Diagrama de los componentes del sensor remoto.

El sistema cuenta con sensores que permiten cuantificar la velocidad y aceleración de cada vehículo monitoreado dada la importancia que estos elementos tienen en la emisión de contaminantes y con el objeto de validar la medición realizada.



**Figura 2.8** Instalación del sensor remoto.

## **2.3 MÉTODOS PARA DETERMINAR FACTORES DE EMISIÓN.**

No hay un método único que pueda usarse para determinar las emisiones de todas las categorías de fuentes de área. La selección del método de estimación más adecuado depende de las características de las sustancias encontradas, del proceso, la información disponible, la experiencia del personal y los recursos económicos. En la actualidad existen diferentes metodologías comúnmente utilizadas pero a continuación se describen las más utilizadas.

### **2.3.1 MÉTODO PARA EL MONITOREO DIRECTO DE CONTAMINANTES.<sup>56</sup>**

Se utiliza cuando se requiere controlar con sumo cuidado los contaminantes de grandes fuentes móviles o para la verificación de la correcta operación de los programas de control ambiental bajo las normas aplicables para emisiones

---

<sup>56</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos a Gasolina en la ciudad de Quito



liberadas al aire. La principal ventaja del método de monitoreo directo de fuentes de emisión es la precisión de los resultados que se obtienen. Su aplicación requiere de tiempo y recursos moderados e incluso puede ser práctico para áreas de estudio más complejas, dependiendo del tipo de equipo utilizado.

Este método permite realizar el monitoreo de los gases liberados por el tubo de escape de los vehículos, esto no es una tarea fácil ya que la tasa depende de parámetros como la velocidad del vehículo, la carga del motor y el estado de precalentamiento.

Parte de las emisiones, las que se evaporan, no se liberan a través del tubo de escape y la mayor parte ni siquiera es liberada mientras el vehículo está en marcha. En éste caso, es difícil realizar una medición constante de las mismas, aunque se trate de un solo vehículo y obviamente, es menos práctico si se tratara de una flota de vehículos. Esto es una desventaja para éste método de medición directa.

### 2.3.2 MÉTODO DE EVALUACIÓN RÁPIDA<sup>57</sup>

Permite evaluar de manera efectiva las emisiones de contaminación del aire generadas por cada fuente o grupos de fuentes similares dentro de una determinada área de estudio y evaluar la efectividad de las opciones alternativas para controlar la contaminación.



**Figura 2.9** Esquema de un procedimiento de evaluación rápida.

<sup>57</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos a Gasolina en la ciudad de Quito

Este método se basa en investigaciones previas realizadas sobre la naturaleza y la cantidad de contaminantes generados por cada tipo de fuente, y conocer los factores de las cargas de residuos crudos los mismos que se obtienen de tablas normalizadas. Se debe determinar la actividad y otros datos propios o específicos de la fuente en análisis, obteniéndose de ésta manera las cargas de contaminantes generados, ya sea con y sin sistemas de control para que finalmente se obtenga los resultados del análisis.

Entre las ventajas que ofrece el enfoque de evaluación rápida se incluye la conveniencia del uso, que permite obtener resultados de las fuentes que contaminan el aire en situaciones altamente complejas, en un lapso de sólo algunas semanas y con pocos recursos. Otra de las grandes ventajas del método es que permite estimar adecuadamente la efectividad de los esquemas alternativos de control en relación con su potencial para reducir la carga contaminante. Este último aspecto es un aporte principal para el proceso de formular estrategias racionales de control.

Una gran desventaja del enfoque de evaluación rápida es la validez estadística de la predicción de sus resultados. Es decir, en muchos casos las predicciones de una determinada fuente sólo se pueden considerar como un dato indicativo porque existe una variación significativa en las emisiones normalizadas entre fuentes similares. Por consiguiente, antes de implantar las estrategias, es necesario considerar que las medidas adoptadas inmediatamente después de la evaluación rápida son preliminares y que están sujetas a análisis más detallados.

### **2.3.3 MODELOS DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN Y DE SISTEMAS DE CONTROL<sup>58</sup>**

Mediante el uso de modelos matemáticos, que simulan el comportamiento de ciertas fuentes de emisiones, como las fuentes de combustión externas e internas, motores de automóviles, hornos de cemento, hornos de cal, etc., junto con la eficiencia de los correspondientes sistemas de control, constituye uno de

---

<sup>58</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos a Gasolina en la ciudad de Quito

los métodos más avanzados para realizar evaluaciones confiables, no sólo de las emisiones actuales, sino también del impacto de las posibles modificaciones en el diseño y operación de las fuentes. La principal desventaja de estos modelos es su dificultad para desarrollarlos debido a la gran variedad de fuentes existentes, sistemas de control y a la demanda de datos de la operación, que muchas veces son difíciles de obtener durante las visitas de inspección a la fuente.

### **2.3.3.1 Modelo MOBILE para la Estimación de Factores de Emisión<sup>59</sup>**

El modelo de Factores de Emisión de Fuentes Móviles (MOBILE) el cual fue desarrollado por la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) y la Agencia de Recursos del Aire de California (CARB) es uno de los más utilizados a nivel mundial. Este modelo presenta ventajas sobre otros, como son facilidad de adaptación debido a que se consideran en el mismo, variables generales que dependen del lugar de estudio, tales como altura, condiciones meteorológicas, topografía, etc.

El MOBILE fue desarrollado como modelo de cómputo para la determinación de emisiones de automóviles que transitan en calles y autopistas. En países como Estados Unidos las instituciones encargadas de regular las emisiones vehiculares lo utilizan como un medio de planificación de normas y estrategias para mejorar la calidad del aire. Mediante la aplicación de éste modelo se puede determinar las concentraciones de los gases principales de las emisiones vehiculares como son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y material particulado (PM). El modelo está construido a partir de información de las emisiones propias de la flota vehicular y dada la procedencia éste mide los factores de emisión en gramos por milla de recorrido, unidades del sistema estadounidense.

El modelo MOBILE ha tenido algunas actualizaciones desde su primer desarrollo a finales de la década de los 70s con su nombre MOBILE1, la evolución de éste método se debe a la información que se ha acumulado a lo largo de años de estudio llegando a versiones muy avanzadas en los últimos años. En la actualidad la CARB ha desarrollado el modelo EMFAC2000 y la USEPA el MOBILE6b los

---

<sup>59</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos a Gasolina en la ciudad de Quito

cuales se utilizan para los estudios locales ya que incluyen gran cantidad de variables.

### 2.3.3.2 Modelo MOVES<sup>60</sup>

Para atender las nuevas necesidades de análisis de emisiones vehiculares, la OTAQ (Office of Transportation and Air Quality) de la USEPA, desarrolla un sistema de modelación de emisiones vehiculares llamado Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES), que consiste en una base de datos escrita en Java / MySQL (software para el manejo de bases de datos relacionales). Por el momento existen versiones que están en desarrollo; sin embargo, la EPA tiene previsto que cuando MOVES esté totalmente terminado, servirá como reemplazo del modelo MOBILE6b. Este nuevo sistema no será necesariamente un sólo modelo, sino que abarcará las herramientas, los algoritmos, los datos y los conocimientos necesarios para su uso en todos los análisis de emisiones de fuentes vehiculares asociados al desarrollo de regulaciones, normas, inventarios y proyecciones, tanto regionales como nacionales.

Una consideración importante a destacar respecto de MOVES es el hecho de que la versión actualmente disponible al público, MOVES2004, es un modelo que estima únicamente emisiones de óxido nitroso, metano y bióxido de carbono, conocidos gases de efecto invernadero en función del consumo de combustibles por tipo de vehículo. Otras versiones posteriores de prueba como el MOVES2006, MOVES2007 y MOVES2008 incorporarán otros contaminantes, como hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y material particulado, y la versión MOVES2009 será la versión final para vehículos en circulación que reemplazará el uso de MOBILE6b.

---

<sup>60</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología Western Governors' Association, Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicana, 2007

### 2.3.3.3 Modelo EMOD/CMAP<sup>61</sup>

Este modelo fue desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental Suiza y Alemana en los años de 1980 hasta 1995. Comparando éste modelo con similares usados en Estados Unidos (MOBILE, EMFAC), Europa (CORINAIR/COPERT) y en países latinos como Chile y México (MOBILE 5), el EMOD/CMAP es altamente versátil y permite cambiar parámetros de cálculo y adecuar los datos para que se aproximen a la realidad local de la región en estudio; lo cual es una diferencia de otros modelos que son desarrollados específicamente para condiciones y características del parque automotor de los países en los que se aplica, limitando así su aplicación en otros lugares. Entre los parámetros utilizados para variar y adecuar, los más importantes son las categorías vehiculares y los factores de emisiones.

El EMOD/CMAP permite determinar la estimación de la distribución espacial de la concentración de algunos contaminantes, en especial del NO<sub>2</sub> en base a información de emisiones contaminantes generadas. Adjunto a esto, permite evaluar modificaciones realizadas al parque automotor tales como cambios: en la conformación y de la flota vehicular, combustible y aditivos utilizados, entre otros, pudiendo ser cada uno de ellos analizados por separado.

### 2.3.3.4 Modelo IVE<sup>62</sup>

El modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE) es un programa en lenguaje JAVA que permite la estimación de las emisiones de contaminantes, contaminantes tóxicos y gases de efecto invernadero provenientes de vehículos automotores que circulan por carretera, considerando tanto las emisiones provenientes del escape como las evaporativas. IVE fue desarrollado por la Universidad de California en Riverside, el Colegio de Ingeniería del Centro para la Investigación Ambiental y Tecnología, el Centro Internacional de Investigación en Sistemas Sustentables y la empresa Investigación en Sistemas Globales

---

<sup>61</sup> Modelación de las emisiones del parque automotor en la ciudad de Cochabamba – Bolivia.

<sup>62</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología Western Governors' Association, Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicana, 2007.

Sustentables, con fondos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. IVE fue diseñado para:

- Ser fácil de entender y usar
- Ser flexible en su uso
- Adaptarse a cualquier país
- Demandar pocos insumos
- Utilizar mediciones de campo

De acuerdo con los resultados de un análisis comparativo de los resultados generados con diferentes modelos comúnmente empleados en la estimación de emisiones generadas por fuentes vehiculares, el modelo IVE genera resultados  $\pm 10\%$  diferentes respecto a las estimaciones generadas a partir del uso de los factores de emisión obtenidos con MOBILE6b.

#### **2.3.3.5 Modelo COPERT<sup>63</sup>**

El sistema de modelación de emisiones vehiculares llamado Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport (COPERT) es un programa elaborado en Visual Studio.NET 2003 de Microsoft y funciona en cualquier PC con Windows. Fue desarrollado como herramienta europea para calcular las emisiones provenientes tanto de vehículos en circulación como de vehículos fuera de camino (equipos con motores de combustión interna empleados en agricultura, silvicultura, residencial, industria, barcos y ferrocarriles). Es importante destacar que COPERT fue diseñado específicamente para estimar emisiones de vehículos fabricados de acuerdo con la legislación europea. Una característica de éste modelo es su capacidad para proporcionar información desagregada por especie sobre las emisiones de hidrocarburos (propano, butano, etileno, etc.).

---

<sup>63</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología Western Governors' Association, Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicana, 2007

### **2.3.3.6 Modelo de Factor de Emisión PART5<sup>64</sup>**

El modelo de factor de emisión PART5 de la U.S. EPA también utiliza rutinas codificadas en lenguaje FORTRAN similares a las de MOBILE para estimar los factores de emisión de partículas (PM) y óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) de vehículos automotores. La última versión del modelo PART5 fue emitida en febrero de 1995 (U.S. EPA, 1995). Si bien el modelo PART5 se asemeja al MOBILE en varios aspectos, el primero se encuentra en una etapa de desarrollo más temprana debido a que se han recopilado menos datos sobre la emisión de PM. Esto es, en gran medida, el resultado de que en EEUU los precursores de ozono (CO y NO<sub>x</sub>) han recibido una mayor prioridad que las PM. En consecuencia, algunos de los parámetros que afectan las emisiones de partículas en los vehículos automotores (temperatura, programas de inspección y mantenimiento, etc.), aún no hayan sido modelados en el PART5.

### **2.3.3.7 Método mediante modelos de asignación de tráfico<sup>65</sup>**

La estimación de las emisiones de tráfico vehicular es bastante complejo. Interfieren una serie de factores como el peso de los vehículos, la capacidad, diseño y condiciones funcionamiento de los motores, el tipo y características de los combustibles, el rendimiento de los dispositivos de control de las emisiones del escape, la variabilidad de los ciclos reales de recorrido, o las características de la red vial (como la pendiente). Además debe ser un proceso adaptativo ya que las nuevas normativas sobre emisiones aplicadas a los fabricantes está en continua revisión.

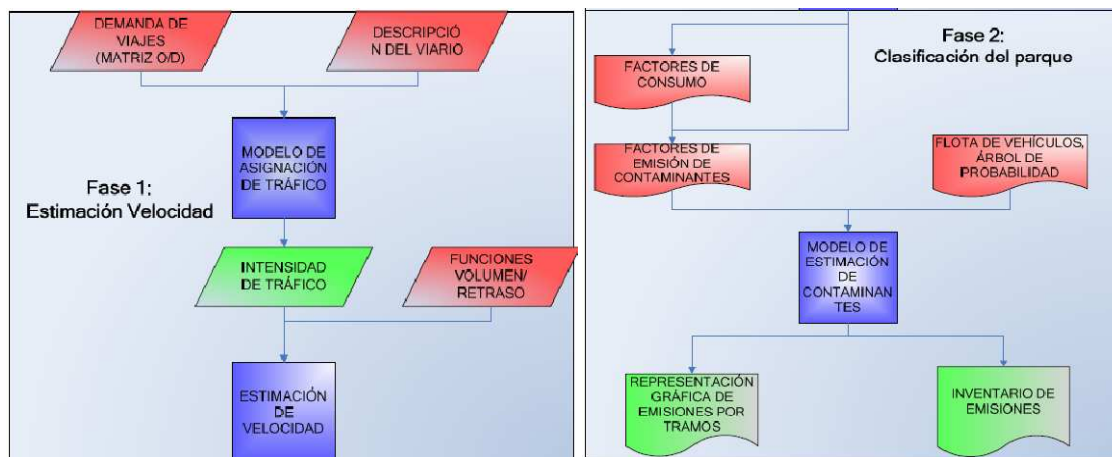
La metodología desarrollada consta de dos fases (figura 2.10), la primera tiene como objetivo estimar las velocidades medias de circulación en cada calle del área en estudio. La velocidad es obtenida a partir de la información de

---

<sup>64</sup> MANUALES DEL PROGRAMA DE INVENTARIOS DE EMISIONES DE MEXICO, Volumen VI - Desarrollo de Inventarios de Emisiones de Vehículos Automotores, 1997

<sup>65</sup> MORENO J; CANCA J; Estimación de la emisión de contaminantes debida al tráfico urbano mediante modelos de asignación de tráfico , Valencia, 2006.

intensidades de tráfico y tiempos proporcionada por el modelo de asignación de tráfico y las funciones volumen-retraso.



**Figura 2.10** Asignación de tráfico para la estimación de contaminantes.

La segunda fase está destinada a conocer la composición del parque automovilístico de la zona donde se realiza el estudio. El resultado de ésta es disponer de un árbol de porcentajes que indica para cada categoría y tipo de vehículo el porcentaje que circula. Finalmente, a partir de las intensidades de tráfico, velocidad media y árbol de porcentajes se realiza una estimación de la emisión de contaminantes por cada calle o tramo del viario.

### 2.3.3.8 Factores de Emisión Base-Combustible

La forma tradicional de elaborar los inventarios se basa en la estimación de factores de emisión base – recorrido del parque vehicular, expresados en gramos de contaminante por kilómetro recorrido. Éste método se ve limitado por la incapacidad de recolectar datos en horas de elevada congestión de tráfico lo cual significa múltiples aceleradas y frenadas. Una alternativa para eliminar estos inconvenientes es la de analizar los factores de emisión basado en el consumo de combustible (g/l) considerando que los gases contaminantes son proporcionales, dentro de un rango determinado de operación, al consumo de combustible.



En los últimos años han aparecido opciones para la determinación de factores de emisión por consumo de combustible basadas en observaciones de campo. Las mediciones con equipos On-Board, sensor remoto y en túneles, permiten alcanzar datos más reales. A pesar de que estos procedimientos se fundamentan en la medición de concentraciones de CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y HC se diferencian en la técnica.<sup>66</sup>

De todos los métodos y modelos mencionados anteriormente el basado en el consumo de combustible es el que se adecua a las características de éste estudio, ya que éste ha sido desarrollado para determinar factores de emisión utilizando equipos On-Board. Las ecuaciones que utiliza éste provienen de un balance de masa del carbono en la combustión de los vehículos.

#### 2.3.3.8.1 Cálculo de los factores de emisión según el consumo de combustible<sup>67</sup>

Aplicando un balance de carbono C, es posible relacionar la cantidad contaminante emitido con la cantidad de combustible quemado si la concentración molar de CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> y HC son calculados o medidos.

Un factor de emisión E<sub>p</sub> para el contaminante P es calculado como se muestra:

$$E_p = \frac{[P]}{[CO_2] + [CO] + [HC]} \left( \frac{W_C \rho_f}{12} \right) M_P \quad \text{Ec. 2.1}$$

Donde:

P = es el tipo de contaminante (CO, NO<sub>x</sub> o HC),

E<sub>p</sub> = es el factor de emisión en gramos de contaminante P por volumen de combustible consumido,

[P] = es la concentración del contaminante en % volumétrico,

<sup>66</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos a Gasolina en la ciudad de Quito

<sup>67</sup> SINGER,B; HARLEY,R; A Fuel-Based Motor Vehicle Emission Inventory; University of California Berkley

$W_c$  = es la fracción del peso del carbono en el combustible para el caso del  $C_8H_{18}$  el valor de la fracción es 0.8421,

$\rho_f$  = es la densidad del combustible cuyo valor es  $0.68 \text{ (g/cm}^3\text{)}^{68}$ ,

$M_p$  = es el peso molecular del contaminante P.

El denominador de la ecuación 2.1 representa una suma de los átomos de carbono en los gases de escape, el factor 12 es la masa atómica del carbono.

Para obtener los factores de emisión en gramos de contaminante por kilómetro recorrido (g/km) se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$E'_p = E_p C_c \quad \text{Ec. 2.2}$$

$E'_p$  es el factor de emisión en gramos por kilómetro (g/km) y  $C_c$  es el consumo de combustible en litros por kilómetro recorrido (l/km).

Por ejemplo si el contaminante P es el CO entonces la ecuación 2.1 quedaría de la siguiente manera:

$$E_{CO} = \frac{\frac{[CO]}{[CO_2]}}{1 + \frac{[CO]}{[CO_2]} + 3 \frac{[HC]}{[CO_2]}} \left( \frac{W_c \rho_f}{12} \right) M_{CO} \quad \text{Ec. 2.3}$$

La ecuación 2,3 está escrita para una concentración de un hidrocarburo de base equivalente al propano, el factor de 3 en el denominador es necesario para convertir de moléculas de propano a átomos de carbono.

Las concentraciones de HC y  $NO_x$  son medidos en partes por millón ppm, se debe establecer la conversión a porcentaje de la siguiente manera:

$$[HC] = \frac{HC_{ppm}}{10000}$$

**Ec. 2.4**

<sup>68</sup> TORRES L, URVINA V; Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la Ciudad de Quito; EPN; Quito; 2008.

Para el caso de los HC y de los NOx las ecuaciones que determinan el factor de emisión basados en la ecuación 2.1 se expresan de la siguiente manera:

$$E_{\text{HC}} = \frac{\frac{[\text{HC}]}{[\text{CO}_2]}}{1 + \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]} + 3 \frac{[\text{HC}]}{[\text{CO}_2]}} \left( \frac{W_c \rho_f}{12} \right) M_{\text{CO}} \quad \text{Ec. 2.5}$$

$$E_{\text{NOx}} = \frac{\frac{[\text{NOx}]}{[\text{CO}_2]}}{1 + \frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]} + 3 \frac{[\text{HC}]}{[\text{CO}_2]}} \left( \frac{W_c \rho_f}{12} \right) M_{\text{CO}} \quad \text{Ec. 2.6}$$

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN VEHICULAR**

En el presente capítulo se desarrolla un método para determinar factores de emisión con pruebas a bordo para lo cual se selecciona un ciclo de conducción para la realización de las pruebas, que permita obtener datos reales de las emisiones producidas por el vehículo cuando éste se somete a condiciones normales de funcionamiento en ciudad, se utiliza varios equipos que al trabajar en conjunto permiten obtener datos de emisiones y consumo de combustible, estos equipos requieren de un procedimiento de instalación para evitar desconexiones y errores en el funcionamiento, además deben ser encendidos siguiendo un orden para descartar daños a los mismos y al sistema eléctrico del vehículo.

#### **3.1 CICLO DINÁMICO**

Un ciclo dinámico de conducción también conocido como ciclo de trabajo consiste en una secuencia de velocidades como función del tiempo de prueba y la distancia recorrida, que debe seguir el vehículo. Se han desarrollado múltiples ciclos de trabajo, que son determinados mediante procedimientos estadísticos, de manera que reflejan adecuadamente las características del tráfico en que el vehículo se va a desempeñar<sup>69</sup>. Los ciclos adecuados que se deben considerar en el método son aquellos que representan el comportamiento de conducción en la ciudad, los ciclos que cumplen con esta consideración son: el ciclo SAE J1082 y el ciclo Quito los mismos que se describen a continuación.

---

<sup>69</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos Livianos a Gasolina en la Ciudad de Quito; Quito, 2006

### 3.1.1 CICLO SEGÚN LA NORMA SAE J1082.<sup>70</sup>

La norma SAE J1082 adopta tres ciclos de prueba: ciudad, autopista y alta velocidad. La figura 3.1 muestra las características de la prueba dentro de la ciudad a diferentes condiciones de manejo, y en ésta se anota valores de velocidad y tiempo que se deben cumplir.

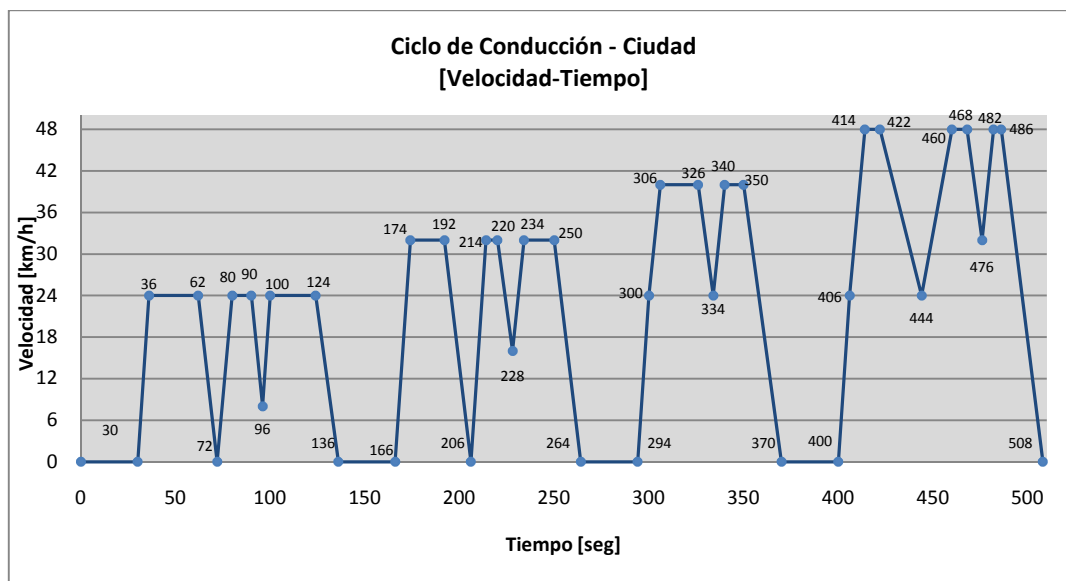


Figura 3.1 Ciclo Ciudad según la norma SAE J1082

### 3.1.2 CICLO DE TRABAJO QUITO

Fue desarrollado en el año 2006 en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional, con el objetivo de elaborar una ruta que incluya las condiciones reales de trabajo a las que se encuentran expuestos los vehículos que circulan en la ciudad. El ciclo de trabajo para Quito consiste en una ruta a lo largo de la ciudad, la cual recoge pendientes que son representativas tanto en ascenso y descenso con distintos grados de inclinación al igual que un tramo plano.

<sup>70</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos Livianos a Gasolina en la Ciudad de Quito; Quito, 2006.

### 3.2 SELECCIÓN DEL CICLO

Los ciclos de trabajo propuestos por las normas existentes, no logran incluir las condiciones reales de operación a las que se encuentran expuestos los vehículos que circulan en la ciudad, por otro lado las pruebas en laboratorio pueden simular cargas similares a las que reciben los automóviles, las mismas que generan gran cantidad de emisiones contaminantes, pero no se consideran factores de gran importancia que afectan en el funcionamiento diario del automotor, mientras que el ciclo Quito fue elaborado tomando en cuenta la topografía irregular de la ciudad, que se caracteriza principalmente por la existencia de pendientes de ascenso y descenso pronunciadas e incluyendo las condiciones reales de operación, por estas razones el ciclo Quito es el apropiado para complementar el desarrollo del método para determinar factores de emisión en base al consumo de combustible.

#### 3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL CICLO SELECCIONADO<sup>71</sup>

La ruta Quito tiene una distancia total de 40,40 km, las calles que conforman la ruta están unidas de tal manera que forman un recorrido continuo a lo largo de la ciudad, estas calles se muestran en la tabla 3.1. La velocidad de recorrido se debe mantener entre:  $V_{\text{máx}}= 47.7\text{km/h}$ ;  $V_{\text{mín}}= 12.7\text{km/h}$ , mientras las condiciones de tráfico lo permitan.

**Tabla 3.1** Calles que conforman la ruta Quito

VIAS	DISTANCIA REAL (km)
Av. MALDONADO( desde la calle Balzar hasta la calle Palenque)	0,34
Av. MALDONADO( desde la calle Palenque hasta la calle Pujilí)	0,98
Av. MALDONADO( desde la calle Pujilí hasta el Redondel de la Villaflora)	1,69

<sup>71</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos Livianos a Gasolina en la Ciudad de Quito; Quito, 2006

**Tabla 3.1** Continuación

<b>VIAS</b>	<b>DISTANCIA REAL (km)</b>
RODRIGO DE CHAVEZ (Desde el Redondel de la Villaflores hasta la calle Galte)	0,72
RODRIGO DE CHAVEZ (Desde la calle Galte hasta la calle Alberto Enríquez)	0,63
ALBERTO ENRIQUEZ (Desde la calle Rodrigo de Chávez hasta la calle Francisco Barba)	0,41
Gral. NECOCHEA ( Desde la calle Francisco Barba hasta la calle Bahía de Caráquez)	1,12
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la calle Bahía de Caráquez hasta la calle Almeida)	0,53
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la calle Almeida hasta la calle Loja)	0,17
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la calle Loja hasta la entrada al Túnel de San Roque)	0,06
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la entrada al Túnel de San Roque hasta la salida del túnel de San Juan)	1,65
Av. OCCIDENTAL ( Desde la salida del túnel de San Juan hasta la entrada al Teleférico)	1,17
Av. OCCIDENTAL ( Desde la entrada al Teleférico hasta la calle Albornoz)	0,80
Av. OCCIDENTAL ( Desde la calle Albornoz hasta la calle Bartolomé de las Casas)	0,50
Av. OCCIDENTAL (Desde la calle Bartolomé de las Casas hasta la Av. Mariana de Jesús)	0,54
Av. MARIANA DE JESUS (Desde la Av. Occidental hasta la Av. Amazonas)	2,19
Av. AMAZONAS (Desde Av. Mariana de Jesús hasta el redondel del Labrador)	3,75
Av. 10 DE AGOSTO-Av. GALO PLAZA ( Desde el Labrador hasta la calle Sebastián Moreno)	5,68

**Tabla 3.1** Continuación

VIAS	DISTANCIA REAL (km)
SEBASTIAN MORENO (Desde la Av. Galo Plaza hasta la calle Francisco Cueva)	0,20
SEBASTIAN MORENO (Desde la calle Francisco Cueva hasta la Av. Eloy Alfaro)	0,10
Av. ELOY ALFARO ( Desde la Calle Sebastián Moreno hasta la calle Arenillas	1,00
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle Arenillas hasta la calle Avellanas)	0,42
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle Avellanas hasta la calle Manuel Ambrosi)	0,50
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle Manuel Ambrosi hasta la calle Juan Molineros)	0,48
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle Juan Molineros hasta la Fray Murialdo)	0,30
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle Fray Murialdo hasta la calle Los Pinos)	1,40
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle Los Pinos hasta la calle de las Fucsias )	0,60
Av. ELOY ALFARO (Desde el Redondel de la Av. El Inca hasta la calle de los Mortiños )	0,80
Av. ELOY ALFARO ( Desde la calle de los Mortiños hasta la Av. de los Granados)	0,80
Av. DE LOS GRANADOS (Desde la Av. Eloy Alfaro hasta la calle José Queri)	0,30
Av. DE LOS GRANADOS (Desde la calle José Queri hasta la calle Colimes)	0,30
Av. DE LOS GRANADOS (Desde la calle Colimes hasta la Av. 6 de Diciembre)	0,51
Av. 6 DE DICIEMBRE ( Desde la Av. de los Granados hasta la calle Whimper)	3,51



Tabla 3.1 Continuación

VIAS	DISTANCIA REAL (km)
WHIMPER (Desde la Av. 6 de Diciembre hasta la Av. Diego de Almagro)	0,12
Av. DIEGO DE ALMAGRO (Desde la Whimper hasta la Ponce Carrasco)	0,12
PEDRO PONCE CARRASCO ( Desde la Av. Diego de Vásquez hasta la calle Jiménez de la Espada)	0,32
JIMENEZ DE LA ESPADA (Desde la calle Agustín Franco hasta la Av. Gonzáles Suárez)	0,31
Av. GONZALES SUAREZ (Desde la calle Jiménez de la Espada hasta el Redondel de la Av. Coruña)	0,40
Av. GONZALES SUAREZ (Desde el Redondel de la Av. Coruña hasta la calle Gonnessiat)	0,60
Av. GONZALES SUAREZ (Desde la calle Gonnessiat hasta la Av. 12 de Octubre)	0,60
Av. 12 DE OCTUBRE (Desde la Av. Gonzáles Suárez hasta la plaza Artigas)	0,20
Av. 12 DE OCTUBRE (Desde la plaza General Artigas hasta la calle Queseras del Medio)	1,60
QUESERAS DEL MEDIO (Desde la Av. 12 de Octubre hasta la calle Colombia -Hospital de las FF. AA.)	0,25
COLOMBIA (Desde la calle Queseras del medio hasta la calle Solano)	0,29
SOLANO ( Desde la calle Colombia hasta la calle Francisco Barba)	0,49
SOLANO (Desde la calle Francisco Barba hasta Luciano Andrade de Marín)	0,35
<b>TOTAL</b>	40,40

La ruta Quito tuvo que ser modificada en una parte de su tramo debido a que la EMMOP (Empresa Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas) dispuso el cierre de los túneles San Juan, San Roque y San Diego por motivos de repavimentación desde el mes de Febrero hasta Mayo del 2010 periodo en el cual se planificó las pruebas. Como el propósito del estudio es analizar la repetibilidad de los factores de emisión para validar el método estos cambios en la ruta Quito no afectan a los resultados de las pruebas. En la tabla 3.2 se indican las calles que no se tomaron en cuenta de la ruta Quito original mientras que en la tabla 3.3 se indican las nuevas calles que conforman el ciclo para éste estudio. La ruta Quito modificada se muestra en el mapa del Anexo I.

**Tabla 3.2** Vías que conforman la ruta Quito que no se tomaron en cuenta.

<b>VIAS</b>	<b>DISTANCIA REAL (km)</b>
Av. MALDONADO( desde la calle Balzar hasta la calle Palenque)	0,34
Av. MALDONADO( desde la calle Palenque hasta la calle Pujilí)	0,98
Av. MALDONADO( desde la calle Pujilí hasta el Redondel de la Villa flora)	1,69
RODRIGO DE CHAVEZ (Desde el Redondel de la Villa flora hasta la calle Galte)	0,72
RODRIGO DE CHAVEZ (Desde la calle Galte hasta la calle Alberto Enríquez)	0,63
ALBERTO ENRIQUEZ (Desde la calle Rodrigo de Chávez hasta la calle Francisco Barba)	0,41
Gral. NECOCHEA ( Desde la calle Francisco Barba hasta la calle Bahía de Caráquez)	1,12
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la calle Bahía de Caráquez hasta la calle Almeida)	0,53
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la calle Almeida hasta la calle Loja)	0,17
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la calle Loja hasta la entrada al Túnel de San Roque)	0,06
Av. MARISCAL SUCRE ( Desde la entrada al Túnel de San Roque hasta la salida del túnel de San Juan)	1,65
Av. OCCIDENTAL ( Desde la salida del túnel de San Juan hasta la entrada al Teleférico)	1,17

**Tabla 3.2** Continuación

Av. OCCIDENTAL ( Desde la entrada al Teleférico hasta la calle Albornoz)	0,80
Av. OCCIDENTAL ( Desde la calle Albornoz hasta la calle Bartolomé de las Casas)	0,50
Av. OCCIDENTAL (Desde la calle Bartolomé de las Casas hasta la Av. Mariana de Jesús)	0,54

**Tabla 3.3** Vías añadidas a la ruta Quito.

<b>VIAS</b>	<b>DISTANCIA REAL (km)</b>
Toledo (desde la calle Madrid hasta la calle Av. Coruña)	0.47
Av. Coruña (desde la calle Toledo hasta redondel Plaza Artigas)	0.17
Av. COLON ( desde redondel Plaza Artigas hasta la Av. América)	2.07
Av. América (Desde el parque Italia hasta la Av. La Gasca)	0.15
Av. La Gasca (Desde la Av. América hasta la calle Domingo Espinar)	0.97
Domingo Espinar (Desde la Av. La Gasca hasta la calle Selva Alegre)	0.79
Selva Alegre ( Desde la calle Domingo Espinar hasta la calle Juan Acevedo)	0.4
Juan Acevedo ( Desde la calle Selva Alegre hasta la Av. Occidental)	0.45
Av. Occidental (Desde la calle Juan Acevedo hasta la Av. Mariana de Jesús).	0.15

Con éstas modificaciones la ruta Quito ahora tiene una distancia de 35.2 km, que no afectan en los resultados ya que la distancia no participa en la formación de contaminantes dentro del motor y se puede calcular sin ningún inconveniente los factores de emisión en base al consumo de combustible.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS

Los equipos necesarios para la realización de la prueba son:

- Flujómetro de combustible
- Analizador de gases
- Escáner Carman Scan
- Inversor de potencia
- GPS

#### 3.3.1 FLUJÓMETRO DE COMBUSTIBLE

Este instrumento es un micro-medidor que se caracteriza por realizar mediciones de flujo de volumen. Los tipos de combustibles que se pueden utilizar con éste dispositivo son: diesel, biodiesel, gasolina, queroseno, etanol, metanol, alcohol. Posee 2 tomas una de entrada y una de salida cuyos diámetros son de rosca de conexión interna de  $2 \times 1 / 8''$ , reacondicionado como un medidor de flujo para medir el consumo de combustible con un rango de medición  $0.015 - 8,0 \text{ L / min}$ <sup>72</sup>. Las características técnicas de los flujómetros utilizados se encuentran en el Anexo II.

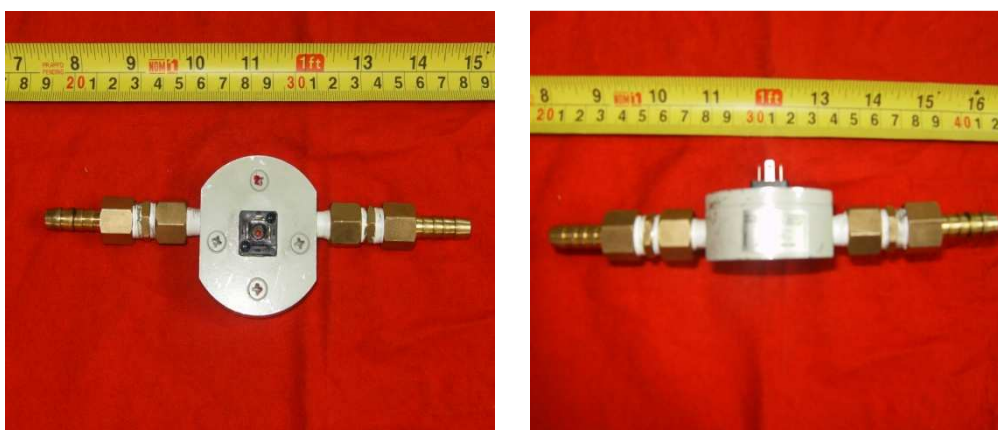


Figura 3.2 Vista frontal y lateral de un flujómetro.

<sup>72</sup> [www.btflowmeter.com](http://www.btflowmeter.com)

### 3.3.2 ESCÁNER CARMAN SCAN

El escáner Carman Scan VG incluye funciones generales de diagnóstico para sistemas electrónicos automotrices como: osciloscopio, simulador de señal, multímetro, una biblioteca sobre mantenimiento de vehículos, entre otras funciones. Este equipo se utiliza para realizar un análisis del estado y funcionamiento del automóvil, además sirve como una herramienta para el mantenimiento automotriz con una visión del control de emisiones de escape.

El escáner Carman Scan VG tiene la facultad de conectarse con el analizador de gases y gracias a una memoria interna guarda la información obtenida en las mediciones. Las características técnicas de éste equipo se encuentran en el Anexo II.



Figura 3.3 Escáner automotriz

### 3.3.3 ANALIZADOR DE GASES

Es un equipo que contiene celdas electroquímicas para determinar la concentración de NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de los gases contaminantes emitidos por el escape de vehículos a gasolina, por lo tanto, es utilizado en pruebas estáticas como en dinámicas. Posee un puerto de conexión para comunicarse con el escáner automotriz y de esta forma poder guardar la información de las

mediciones obtenidas en las pruebas. Las características técnicas de éste equipo se encuentran en el Anexo II.



**Figura 3.4** Analizador de gases.

### 3.3.4 INVERSOR DE POTENCIA

El inversor utilizado (figura. 3.5) convierte la energía eléctrica continua de 12V obtenida de la batería del vehículo, en energía alterna de 110 V, es utilizado por el analizador de gases, escáner automotriz y flujómetros. Para evitar daños debido a sobrecargas que se pudieran generar el inversor debe poseer fusibles. Las características del inversor utilizado se muestran en el Anexo II.



**Figura 3.5** Inversor de potencia.

### 3.3.5 GPS

Este equipo receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) utiliza el sistema para determinar la posición con coordenadas de Latitud, Longitud y Altura. Se basa en una constelación de 21 satélites que orbitan a la tierra a una altura de 20200 Km, necesitando 11h58m para describir una órbita completa. Para éste estudio se utiliza éste equipo para medir las distancias en la ruta recorrida (aplicación que posee el receptor) durante la realización de la prueba.



**Figura 3.6** Receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Además de los equipos son indispensables algunos elementos como:

- Cables para el transformador
- Regulador de voltaje
- Cables de extensión
- Correas de sujeción
- Herramientas básicas
- Elementos de Protección.

### 3.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN, ENCENDIDO DE LOS EQUIPOS Y REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Todos los equipos utilizados en las pruebas deben cumplir con un procedimiento de instalación el cual garantice que no existan desconexiones y permita un funcionamiento correcto del sistema, además los equipos deben estar completamente seguros dentro del vehículo, todo esto con el fin de evitar interrupciones en el transcurso de las pruebas. Los equipos instalados deben ser encendidos siguiendo un procedimiento que permita salvaguardar los mismos y no cause daño al sistema eléctrico del vehículo.

#### 3.4.1 PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACIÓN DE LOS FLUJÓMETROS

- Identificar los conductos de alimentación y de retorno del combustible del vehículo.



**Figura 3.7** Ductos de salida y retorno en la bomba de combustible.

- Utilizar los acoples necesarios para poder instalar fácilmente los flujómetros en los conductos de combustible.





**Figura 3.8** Accesorios de instalación (neplos, abrazaderas, mangueras).

- Instalar los flujómetros tanto en el conducto de alimentación como en el conducto de retorno de combustible tomando en cuenta la dirección del flujo respectivo.



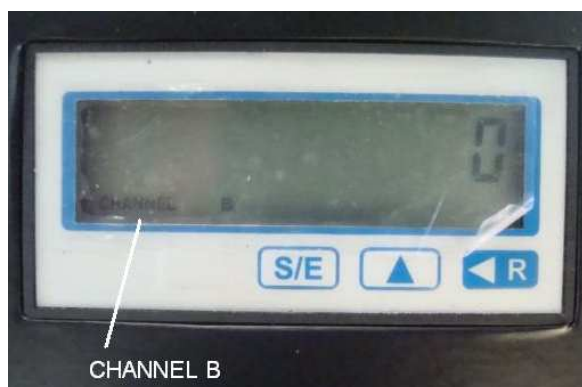
**Figura 3.9** Flujómetros instalados en la bomba de combustible.

- Conectar los displays a los flujómetros y ubicarlos en un espacio estable dentro del vehículo.



**Figura 3.10** Conexión de los displays.

- Verificar que la pantalla de cada display esté marcando pulsos (activado el canal B para el contador de pulsos).



**Figura 3.11** Pantalla del display.

### **3.4.2 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL INVERSOR, ESCÁNER Y ANALIZADOR DE GASES**

Para la instalación del Inversor, Escáner y analizador de gases al vehículo al cual se le realizarán las pruebas a bordo se lleva a cabo el siguiente procedimiento:

- Utilizando los cables adecuados, conectar el inversor a la batería de 12 Voltios del vehículo y ubicarlo en un lugar estable dentro del mismo.



**Figura 3.12** Instalación del Inversor de Potencia a la Batería.

- Conectar el regulador de voltaje de protección para los equipos



**Figura 3.13** Instalación del Regulador de Voltaje.

- Conectar el analizador de gases al regulador de voltaje y ubicarlo adecuadamente dentro del vehículo.



**Figura 3.14** Instalación del analizador de gases.

- Colocar el filtro en la sonda.



**Figura 3.15** Colocación del filtro en la sonda.

- Instalar la sonda en el tubo de escape, verificando que ésta se encuentre fija al mismo.



**Figura 3.16** Instalación de la sonda en el tubo de escape.

- Conectar el Escáner al Analizador de Gases.



**Figura 3.17** Conexión del Escáner al Analizador de gases.

- Conectar las mangueras de salida de los gases de escape al analizador y ubicarlas de tal manera que los gases salgan con facilidad al ambiente.



**Figura 3.18** Conexión del Escáner al Analizador de gases.

**Notas:**

- Identificar claramente los bornes positivo y negativo de la batería, para evitar daños en los equipos.
- Para preservar el estado de los equipos verificar que éstos se encuentren en sitios estables y seguros dentro del vehículo con una persona al pendiente de los mismos.
- Verificar que toda la instalación se encuentre conectada correctamente.



**Figura 3.19** Instalación de los equipos dentro del vehículo.



### **3.4.3 PROCEDIMIENTO PARA EL ENCENDIDO DE LOS EQUIPOS**

Para encender los equipos se debe seguir los siguientes pasos:

- Encender el automóvil (el vehículo se debe encontrar en ralentí).
- Activar el switch del Inversor.
- Prender el analizador de gases y cumplir con el proceso de calibración en el tiempo indicado por el equipo.
- Conectar la sonda al analizador de gases.
- Conectar el Escáner al analizador de gases y encenderlo.

Notas:

- Verificar que el escáner posea su alimentación de corriente o que su batería esté completamente cargada.
- Observar que el escáner automotriz reconozca al analizador de gases y muestre las mediciones en su pantalla.

### **3.4.4 PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS**

1. Antes de realizar las mediciones se debe registrar y tomar en cuenta ciertos aspectos generales del vehículo que garanticen la adecuada realización de las pruebas y el correcto funcionamiento del vehículo, para esto se utiliza un formulario (Anexo VI) que debe ser llenado con la información del automóvil sometido a prueba, la cual se menciona a continuación:

- Aspectos Generales

Características técnicas del vehículo: número de placa, tipo de vehículo, marca, modelo, año, número de pasajeros, número de cilindros, cilindrada, número de válvulas, número de tubos de

escape, tipo de combustible, tipo de alimentación de combustible, tipo de transmisión.

- Inspección del estado mecánico del vehículo

Fugas de gases de escape: Verificar el estado de los empaques, uniones y soldaduras del tubo de escape y demás elementos del sistema.

Fugas de Fluidos: Verificar que no exista fugas de lubricante en la caja de transmisión y en el cárter del motor, fugas en el radiador, conductos de combustible, conductos de refrigerante, etc.

Estado de los Neumáticos: Verificar la presión de los neumáticos de acuerdo al rin que posea el vehículo.

- Condiciones de funcionamiento

- Funcionamiento de los sensores. Utilizar escáner y multímetro automotriz de ser posible.
- Medición del tiempo de encendido que permita el funcionamiento estable del motor.
- Funcionamiento del sistema de alimentación de combustible y aire.
- Funcionamiento del sistema de escape.

2. Verificar que se cumplan las condiciones ambientales descritas a continuación:

**Tabla 3.4** Condiciones ambientales para la realización de las pruebas<sup>73</sup>.

PARÁMETRO	VALORES RECOMENDADOS
Temperatura ambiental	16°C a 21°C
Lluvia	Ausencia total

<sup>73</sup> MOLINA M, MUÑOZ E; Desarrollo de un Método para Determinar Factores de Emisión en Vehículos Livianos a Gasolina en la Ciudad de Quito; Quito, 2006

3. Realizar el proceso de instalación de los equipos a utilizar para las mediciones.
4. Encerar los equipos una vez instalados.
5. Ubicarse con el vehículo en el punto de inicio del recorrido. La temperatura del motor debe estar en lo más bajo posible con el fin de capturar la incidencia del arranque en frío.
6. Todos los accesorios del vehículo (aire acondicionado, calefacción, radio, etc.) deben estar apagados durante el recorrido.
7. Encender el vehículo, los displays de los flujómetros (verificar que el contador de pulsos esté en cero), encerar el GPS, activar el cronómetro e iniciar con el recorrido a través de la ruta determinada.
8. El registro de datos se realizará de la siguiente manera:
  - Emisión de gases contaminantes.- Operando el escáner se grabarán los valores de las emisiones cada 10 segundos durante todo el tiempo que dure el recorrido.
  - Flujo de combustible.- Los displays conectados a los flujómetros registrarán los valores de flujo de combustible de ida y retorno durante todo el tiempo que dure el recorrido.
9. Mantener una velocidad de recorrido dentro del siguiente rango:  $V_{\text{máx}} = 47.7\text{km/h}$ ;  $V_{\text{mín}} = 12.7\text{km/h}$ , mientras las condiciones de tráfico lo permitan.
10. Detenerse únicamente cuando el tráfico y las señales de tránsito lo ameriten.
11. Las desaceleraciones se lograrán disminuyendo la marcha (freno de motor) y el embrague se accionará al llegar a la velocidad más baja posible antes de detenerse por completo.
12. La disminución de marcha se permitirá para alcanzar la aceleración requerida o para permitir una operación suave del motor.



13. Se debe realizar correctamente los cambios de marcha.

14. Detener el vehículo en el punto final del recorrido

15. Apagar el vehículo y desinstalar los equipos.

### 3.4.5 FORMATO DE DATOS

La tabla 3.5 indica los datos que se miden en la realización de las pruebas con sus respectivas unidades y los equipos empleados.

**Tabla 3.5** Formato de datos

<b>Medición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Equipo de Medición</b>
CO	% vol	Analizador de Gases y Escáner automotriz
HC	ppm vol	
CO <sub>2</sub>	% vol	
NOx	ppm vol	
Flujo de combustible ida	Pulsos	Flujómetros
Flujo de combustible retorno	Pulsos	
Duración de prueba	minutos	cronómetro
Distancia Recorrida	kilómetros	GPS
Temperatura ambiente	°C	Termómetro
Velocidad media	km/h	GPS

## **CAPÍTULO IV**

### **VALIDACIÓN DEL MÉTODO**

En el presente capítulo se describe la realización de las pruebas, la forma en que se recopilaron los datos de emisiones y consumo de combustible, los mismos que después de un estudio de repetibilidad y reproducibilidad aplicando gráficas de control permite validar el método para la determinación de factores de emisión con pruebas a bordo.

#### **4.1 REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS**

Se efectuaron diez pruebas las mismas que se llevaron a cabo siguiendo el ciclo de conducción Quito, en dos horarios diferentes: cinco pruebas a las 09:30 am y cinco a las 14:00 pm. Estos horarios fueron escogidos para evitar las horas pico de congestión vehicular. Se realizó la evaluación preliminar del vehículo para tener como referencia su estado general (Anexo III). Se registraron durante el proceso los valores de las emisiones del vehículo durante el recorrido, los pulsos de ida y retorno de consumo de combustible, distancia recorrida, tiempo de prueba, velocidad media de recorrido y temperatura del ambiente.

##### **4.1.1 RECOPIACIÓN DE DATOS DE EMISIONES CONTAMINANTES**

Los datos de emisiones tomados en las pruebas se capturaron cada 10 segundos durante el recorrido a través del escáner tomando las imágenes de la pantalla (figura 4.1) y guardándolas en la memoria del equipo. De todas las mediciones que muestra la pantalla la información que se utiliza para determinar los factores de emisión son los valores de: CO, HC, CO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>. Estos datos de emisiones fueron procesados en tablas como se indica en el Anexo V para proceder a su posterior análisis.



**Figura 4.1** Pantalla del Escáner.

#### 4.1.2 REGISTRO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Se registra los pulsos de ida y de retorno de las líneas de combustible marcados por los flujómetros (figura 4.2) al término de cada prueba. Estos pulsos representan la medida del consumo de combustible por lo tanto necesitarán ser transformados a volumen utilizando factores de conversión que caracterizan a cada flujómetro conectado. En el Anexo VI se indican los datos de todas las pruebas realizadas.



**Figura 4.2** Registro marcado de pulsos de ida y de retorno de combustible.

## 4.2 REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD

La confiabilidad del método se verifica procesando y analizando los valores obtenidos, éstos deben estar dentro de un rango de confianza aplicando gráficas de control para establecer la repetibilidad y reproducibilidad. La variación de las mediciones es inevitable, los gráficos de control permiten determinar cuando esta variación supera los límites aceptables (rango de confianza) y analizar si el proceso de medición se está realizando correctamente.

La evaluación se realiza mediante dos tipos de pruebas:

- Pruebas de Repetibilidad: Consiste en tomar mediciones de las variables de prueba en un mismo día, con el mismo vehículo y en iguales condiciones.
- Pruebas de Reproducibilidad: Consiste en realizar mediciones de las variables de prueba en diferentes días, con el mismo vehículo y en iguales condiciones.

### 4.2.1 GRÁFICOS DE CONTROL DE CALIDAD<sup>74</sup>

El gráfico de control es una herramienta gráfica que puede utilizarse para medir la variabilidad del proceso de medición realizado. Consiste en valorar si el proceso está bajo control o fuera de control en función de unos límites de control estadísticos calculados. Si todos los puntos de la gráfica se encuentran entre los dos límites de control se considera que el proceso está controlado. Cuando un punto trazado cae fuera de los límites, lo cual se atribuye a alguna causa asignable se dice que el proceso está fuera de control en ese momento. Los gráficos de control por variables para medias y rangos ( $\bar{X}$  y  $R$ ) son de importancia en procesos de medición, es decir cuando las variables que se observan son de tipo cuantitativo (no cualitativo).

---

<sup>74</sup> <http://www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control>

#### 4.2.1.1 Variación y Errores en las mediciones<sup>75</sup>

Una idea básica de los gráficos de control es identificar lo antes posible cualquier variación en las mediciones de las emisiones contaminantes. Dicha variación suele tener dos causas:

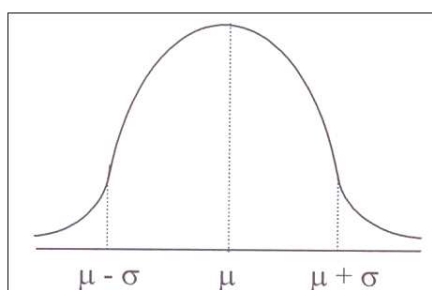
- Aleatoria (o común), que es inherente al proceso.
- Asignable (o especial), que causa una variación excesiva.

##### 4.2.1.2.1 Variación aleatoria.

Se presenta porque, básicamente, no hay elementos ni mediciones idénticas. Las mediciones de las emisiones contaminantes pueden variar por efectos climáticos, ambientales e incluso por el azar. Toda medición de emisiones lleva consigo una variación inherente. Las diferencias naturales o errores aleatorios son de esperar pero no provocan problemas reales que impidan controlar el nivel de la calidad de la medición.

##### 4.2.1.2.2 Variación por causa asignable

Por el contrario, éste tipo de variación es aquella que sobrepasa la diferencia natural en las mediciones. Obedece a una causa concreta que puede y debe ser corregida. En la medición de emisiones contaminantes las causas para provocar esta variación se deben a equipos mal calibrados y defectuosos, errores humanos, procedimientos inadecuados, demora en la respuesta y saturación del equipo, conducción inadecuada del vehículo, mediciones mal realizadas y/u otros factores que producen variaciones mayores a las naturales.

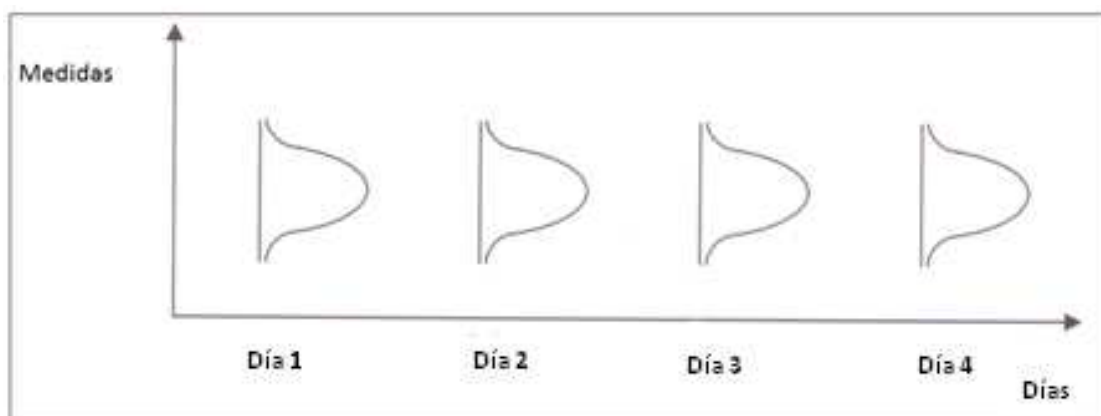


**Figura 4.3** Utilización de las medidas de tendencia central y de dispersión ( $\mu, \sigma$ ).

<sup>75</sup> CCICEV; Propuesta para la Fiscalización Técnica de los Seis Centros de Revisión y Control Vehicular del Distrito Metropolitano de Quito; Enero; 2007

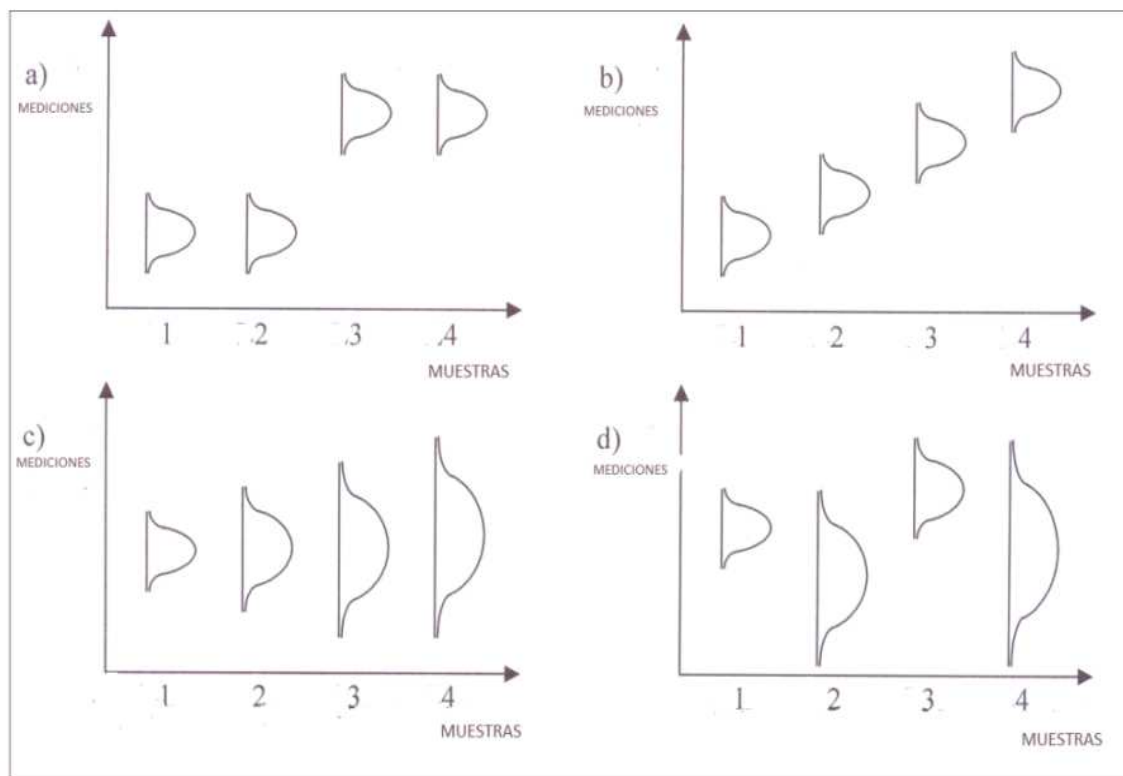
Para estimar el valor verdadero del contaminante se debe calcular dos parámetros: una media central  $\mu$  (promedio, media o moda) y una medida de dispersión  $\sigma$  (rango, varianza, desviación estándar). Estos dos parámetros juegan un papel muy importante en el proceso de medición, ya que las medidas de tendencia central sirven para estimar el valor central (o representativo) de las mediciones, las medidas de dispersión dan un idea de la variación entre una medición y otra, y como éstas se agrupan en torno al valor central.

Como para estimar estos parámetros ( $\mu, \sigma$ ) se utilizan las mediciones experimentales, los errores aleatorios y de causa asignable se pueden presentar. Si el proceso de medición se encuentra bajo control el valor central y la dispersión tienen la siguiente forma:



**Figura 4.4** Control del proceso de medición

Se puede observar claramente que las mediciones del contaminante tienen una dispersión parecida y en conjunto tienen la misma tendencia central (se agrupan en torno a un único valor central). El proceso de medición está bajo control, no es necesario tomar acciones correctivas y permite establecer la confiabilidad del método. Esto no significa que todas las medidas son iguales, sino que “en conjunto” las variaciones que presentan las mediciones (errores de medición) son de tipo aleatorio. Pero pueden existir casos en los cuales las variaciones presentadas en las mediciones se deben a factores externos, como muestra la figura 4.5.

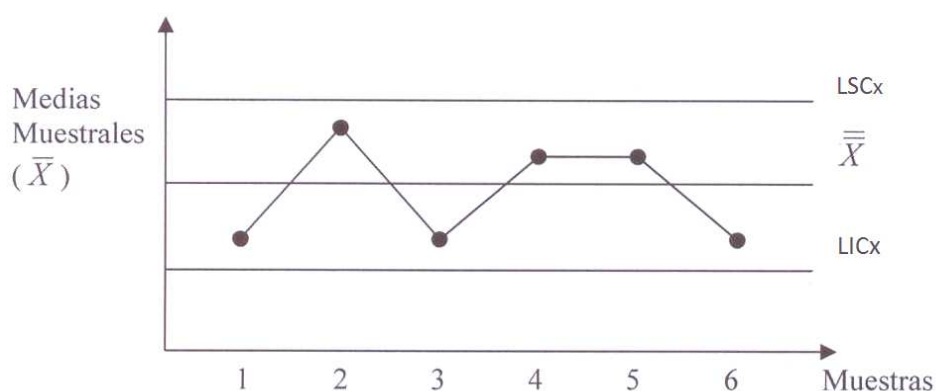


**Figura 4.5** Control de Mediciones que representan influencia externa.

En la figura 4.5.a se tiene que las mediciones del contaminante para todos los días presenta la misma variación pero con diferente valor central, esto se conoce como efecto de choque y es un error de causa asignable. La figura 4.5.b indica valores centrales de las emisiones que no cambian tan abruptamente y van tomando una tendencia hacia abajo o hacia arriba del valor nominal, se puede atribuir por ejemplo a una descalibración del analizador de gases. En la figura 4.5.c se tiene que los valores centrales de las mediciones del contaminante son iguales pero la dispersión de las mediciones cambia de un día a otro, esto se atribuye a un error de causa asignable. La figura 4.5.d presenta el caso cuando los errores de causa asignable afectan tanto al valor central de las mediciones como a la dispersión de las mismas y se produce en general cuando las medición de las emisiones vehiculares no se realiza cumpliendo con el procedimiento establecido.

#### 4.2.1.2 Gráfico de control para la Media ( $\bar{X}$ )<sup>76</sup>

Se utiliza para medir la variación de las medias muestrales alrededor de algún nivel generalmente aceptado. Como lo indica la figura 4.6, un límite superior de control ( $LSC_x$ ) y un límite inferior de control ( $LIC_x$ ) se establecen alrededor de una media aceptable, la cual se determina como la gran media  $\bar{\bar{X}}$ . El valor  $\bar{\bar{X}}$  sirve como estimación de  $\mu$  (promedio, media o moda). Si los datos caen dentro de un rango aceptable, como se muestra en la figura 4.6, solo se dice que la variación aleatoria ocurre. Sin embargo si estos exceden el  $LSC_x$  o caen por debajo de  $LIC_x$ , el proceso de control ha detectado una variación de causa asignable.



**Figura 4.6** Ejemplo de Gráfico de control para la Media.

Es habitual en los procedimientos de control de calidad determinar el  $LSC_x$  y el  $LIC_x$ , por encima y por debajo de  $\bar{\bar{X}}$ . Esta costumbre resulta de la regla empírica que establece que 99.7% de todas las observaciones una distribución normal estarán dentro de ese rango. Por lo tanto:

$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_x \quad \text{Ec. 4.1}$$

$$LIC_x = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_x \quad \text{Ec. 4.2}$$

Sin embargo, en la práctica, se estima  $3\sigma_x$  como  $A_2\bar{R}$ , en donde  $\bar{R}$  es el rango promedio de los rangos muestrales, y  $A_2$  es una constante basada en el tamaño

<sup>76</sup> WEBSTER A; Estadística aplicada a la Empresa y a la Economía; 3ra Edición; Colombia; 2000



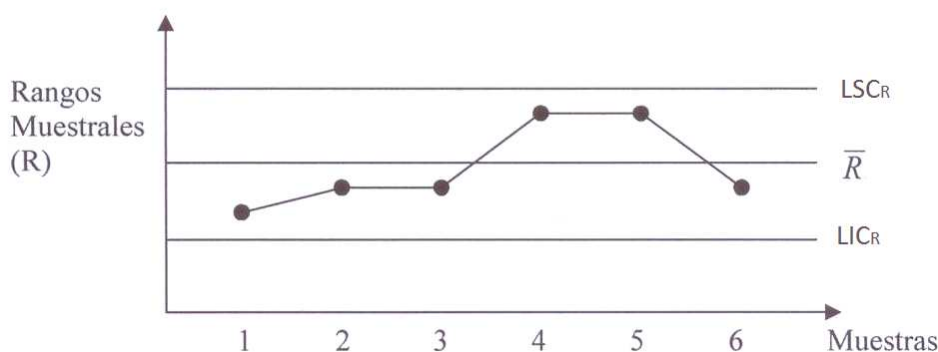
de la muestra. Los valores de  $A_2$  se encuentran en el Anexo VII. Utilizando  $A_2\bar{R}$  en lugar de  $3\sigma_x$  produce resultados similares y es considerablemente más fácil de calcular. Se tiene entonces:

$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \quad \text{Ec. 4.3}$$

$$LIC_x = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \quad \text{Ec. 4.4}$$

#### 4.2.3.2 Gráfico de control para la Dispersión (R)<sup>77</sup>

Aunque la desviación estándar es una medida que depende de la dispersión, las técnicas de control de calidad generalmente confían en el rango como un indicio de la variabilidad del proceso.



**Figura 4.7** Ejemplo de Gráfico de control para la Media

Se calcula un límite inferior de control ( $LIC_R$ ) y el límite superior de control ( $LSC_R$ ) para el rango; al igual que con los datos de  $\bar{X}$ , hay tres errores estándar por encima y por debajo de la media. En principio, se determina así:

$$LSC_R = \bar{R} + 3s_R \quad \text{Ec. 4.5}$$

$$LIC_R = \bar{R} - 3s_R \quad \text{Ec. 4.6}$$

<sup>77</sup> WEBSTER A; Estadística aplicada a la Empresa y a la Economía; 3ra Edición; Colombia; 2000

En donde  $s_R$  es la desviación estándar en los rangos muestrales. Sin embargo, en la práctica es más simple de utilizar las ecuaciones 4.7 y 4.8 en donde los valores para  $D_4$  y  $D_3$  se encuentran en el Anexo VII.

$$LSC_R = D_4 \bar{R} \quad \text{Ec. 4.7}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R} \quad \text{Ec. 4.8}$$

### **4.3 REPETIBILIDAD Y REPRODUCIBILIDAD DE LA MEDICIÓN DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

La ausencia de errores de causa asignable en las mediciones garantiza que el procedimiento de las pruebas se realizó correctamente y permite establecer la repetibilidad y reproducibilidad del método, lo que se verifica con las gráficas de control para medias  $\bar{X}$  y rangos R

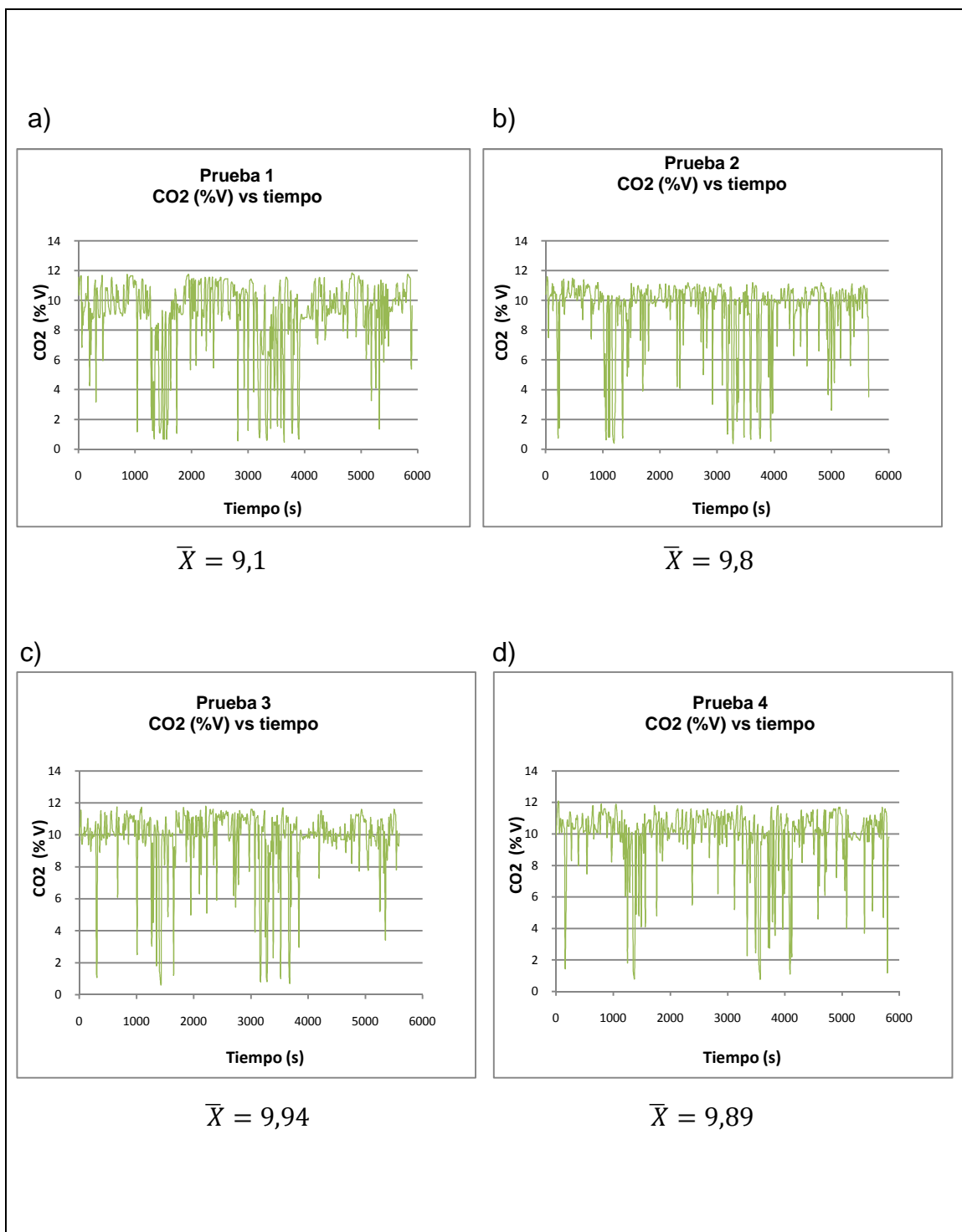
#### **4.3.1 GRÁFICOS DE CONTROL DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES**

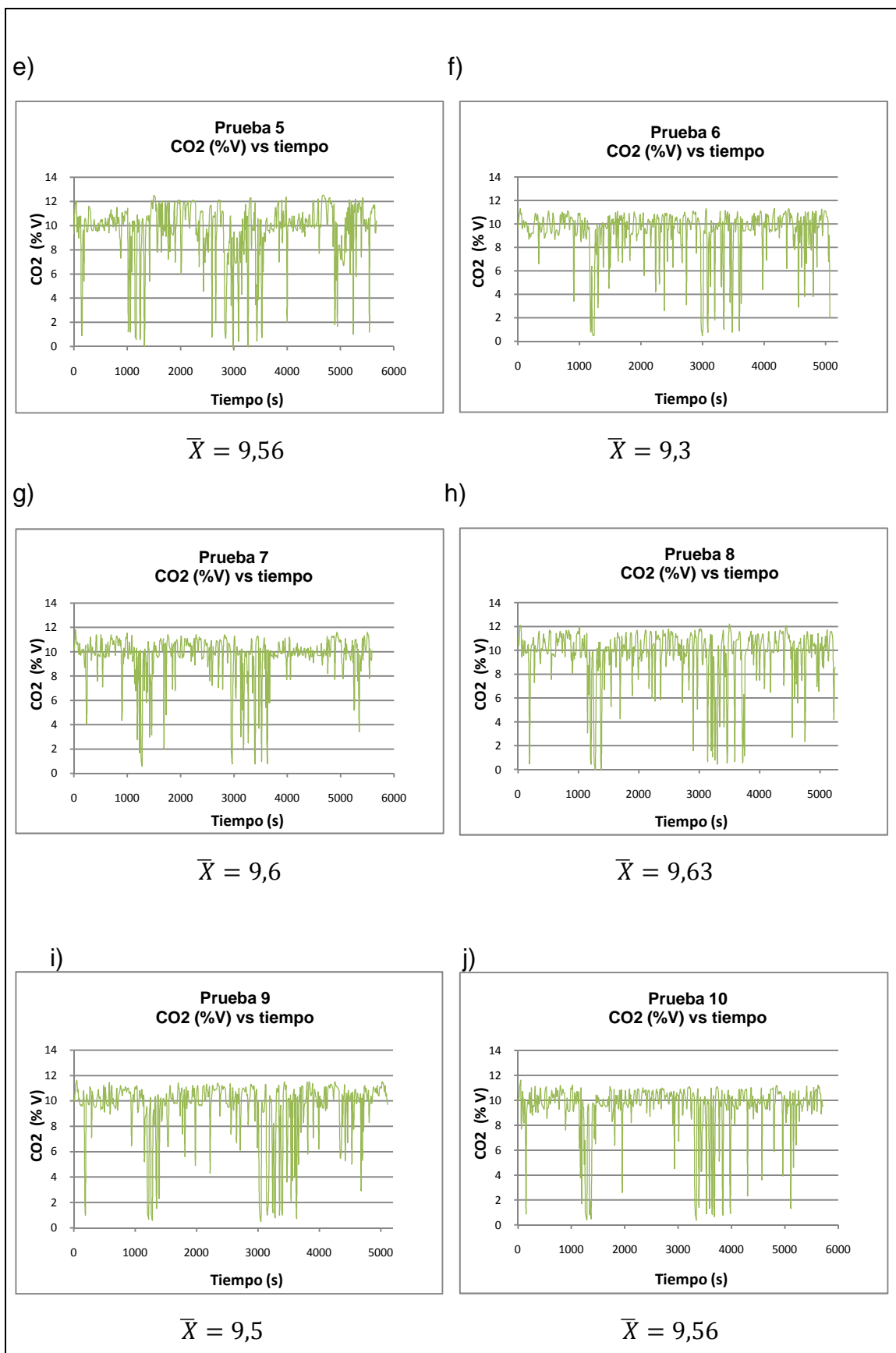
Para la aplicación de estos gráficos se utilizan los valores promedios de cada contaminante por prueba. Se utiliza los promedios debido a que no se puede comparar las mediciones de los contaminantes en un mismo instante ya que varía la velocidad de respuesta del equipo, el lugar de toma de datos en ese tiempo en que se quiere analizar va a ser diferente de un día a otro por las condiciones de tráfico y otros factores que se presentan durante el recorrido.

A continuación se realiza un ejemplo de cálculo de las gráficas de control para el contaminante CO<sub>2</sub> y siguiendo éste procedimiento se construyen las gráficas de control para los otros contaminantes HC, NO<sub>x</sub> y CO.

### 4.3.1.1 Gráficas de control para Rangos R y Medias $\bar{X}$ del CO<sub>2</sub>

Se calcula los valores promedios de los datos de cada prueba, como se indica en la figura 4.8 los mismos que se enlistan en la tabla 4.1 tanto para las pruebas de la mañana y de la tarde respectivamente. Para los demás contaminantes se sigue el mismo procedimiento que para el CO<sub>2</sub>.





**Figura 4.8** Valores de CO<sub>2</sub> utilizados en las gráficas de control

**Tabla 4.1** Valores de CO<sub>2</sub> utilizados en las gráficas de control

CO <sub>2</sub> (%vol)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )	Rango (R)
LUNES	9,1	9,8	9,43	0,66
MARTES	9,94	9,89	9,915	0,05
MIÉRCOLES	9,56	9,3	9,43	0,26
JUEVES	9,6	9,63	9,617	0,034
VIERNES	9,5	9,56	9,53	0,06
			$\bar{\bar{X}} = 9,58$	$\bar{R} = 0,21$

**Tamaño muestral**

Para éste caso se tiene que:

k ( # de muestras) = 5	n (tamaño muestral) = 2
------------------------	-------------------------

En la tabla del Anexo VII, se obtiene los valores de las constantes (con n=2):

$A_2 = 1,88$	$D_4 = 3,267$	$D_3 = 0$
--------------	---------------	-----------

**Gráfica de rangos**

Aplicando la ecuación 4.7 y 4.8 se encuentran los límites superior e inferior para medias para rangos:

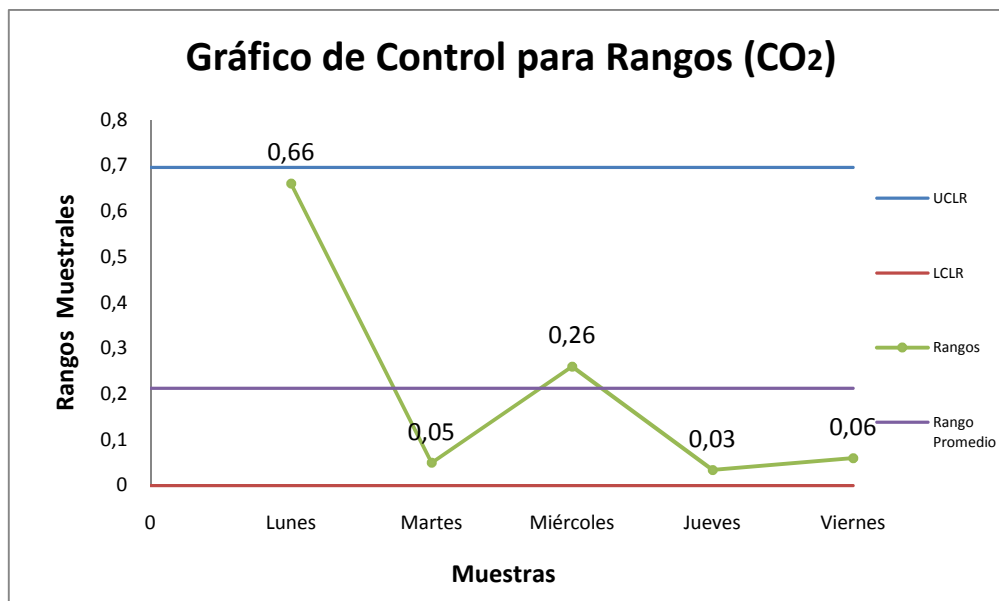
$$LSC_R = D_4 * \bar{R} = (3,267) * (0,21) = 0,68 \%Vol$$

$$LIC_R = D_3 * \bar{R} = (0) * (0,21) = 0 \%Vol$$

Con ésto se realizar el gráfico de control para R, considerando los rangos de cada día.

**Tabla 4.2** Parámetros calculados para la gráfica de control R en CO<sub>2</sub>

$LSC_R$	0,68	%Vol
$LIC_R$	0	%Vol
$\bar{R}$	0,21	%Vol



**Gráfico 4.1** Gráfica de control para rangos del CO<sub>2</sub>.

En éste gráfico se puede observar que ninguno de los rangos calculados para el CO<sub>2</sub> sale de los límites de control, por lo tanto no existen errores de causa asignable.

### Gráfica de medias

Aplicando la ecuación 4.3 y 4.4 se encuentran los límites superior e inferior para medias:

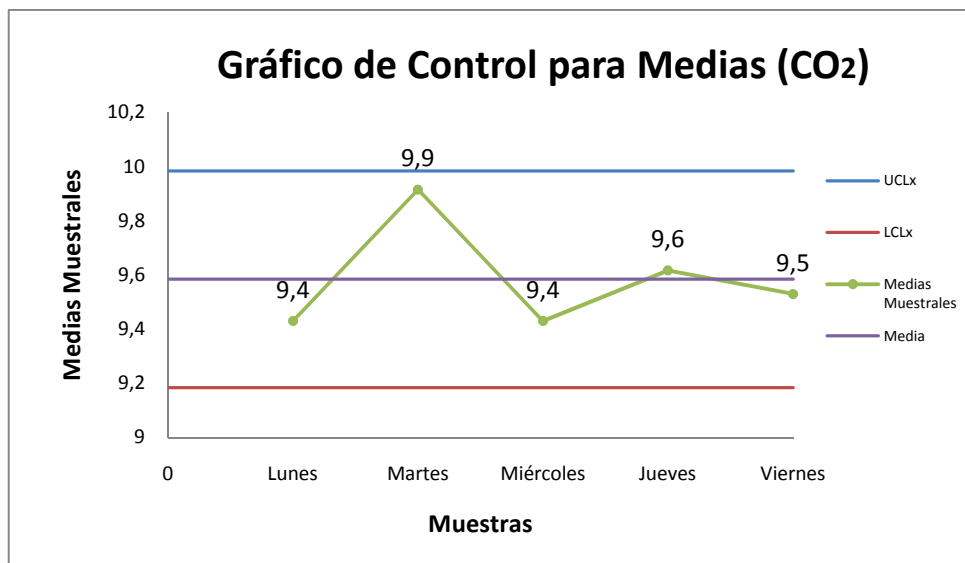
$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} = 9,58 + 1,88 * 0,21 = 9,98 \%Vol$$

$$LIC_x = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} = 9,58 - 1,88 * 0,21 = 9,18 \%Vol$$

Con éstos valores se realiza el gráfico de control para  $\bar{X}$ , tomando como valor central  $\bar{\bar{X}} = 9,58 \%Vol$  y aplicando los promedios de cada día.

**Tabla 4.3** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en CO<sub>2</sub>

$LSC_x$	9,98 %Vol
$LIC_x$	9,18 %Vol
$\bar{\bar{X}}$	9,58 % Vol



**Gráfico 4.2** Gráfica de control para medias del CO<sub>2</sub>.

El gráfico indica que ningún promedio calculado sale de los límites de control, no existiendo errores de causa asignable, y las diferencias existentes entre las mediciones de CO<sub>2</sub> entre cada una de los días se debe a errores de tipo aleatorio.

#### 4.3.1.2 Gráficas de control para Rangos R y Medias $\bar{X}$ del HC

Realizando los cálculos correspondientes se construyen las gráficas de control para el HC de las mediciones de la tabla 4.4.

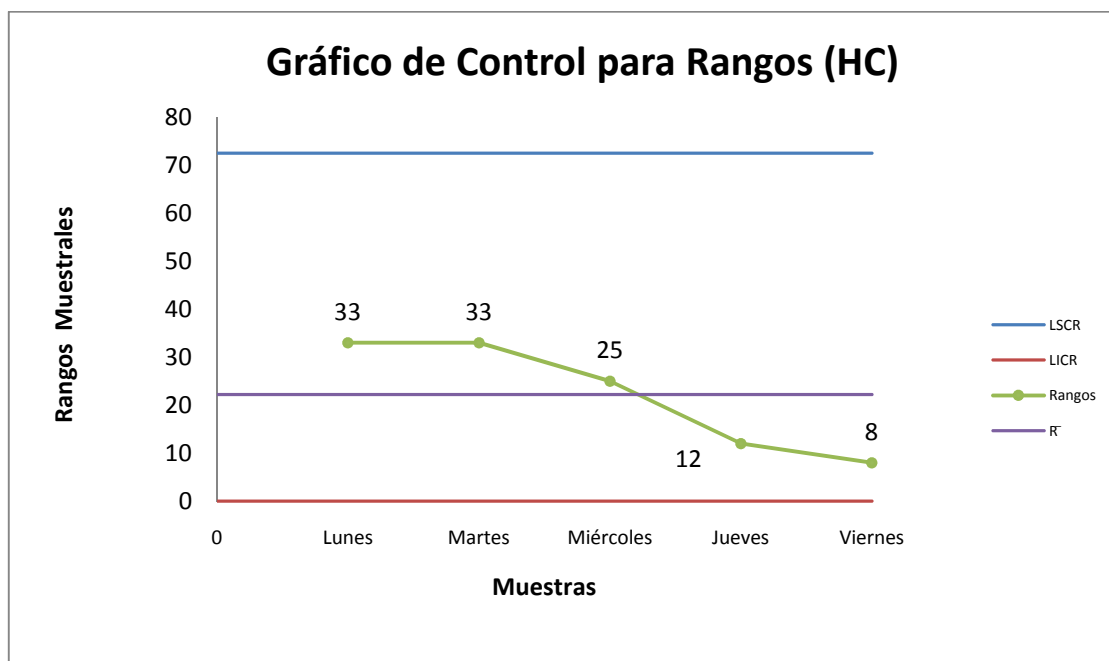
**Tabla 4.4** Valores de HC utilizados en las gráficas de control

HC (ppm)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )	Rango (R)
LUNES	377	344	361	33
MARTES	399	366	383	33
MIERCOLES	385	410	398	25
JUEVES	382	370	376	12
VIERNES	377	369	373	8
			$\bar{\bar{X}} = 378$	$\bar{\bar{R}} = 22$

### Gráfica de rangos

**Tabla 4.5** Parámetros calculados para la gráfica de control R en HC.

$LSC_R$	72,5 ppm
$LIC_R$	0 ppm
$\bar{R}$	22 ppm



**Gráfico 4.3** Gráfica de control para rangos del HC.

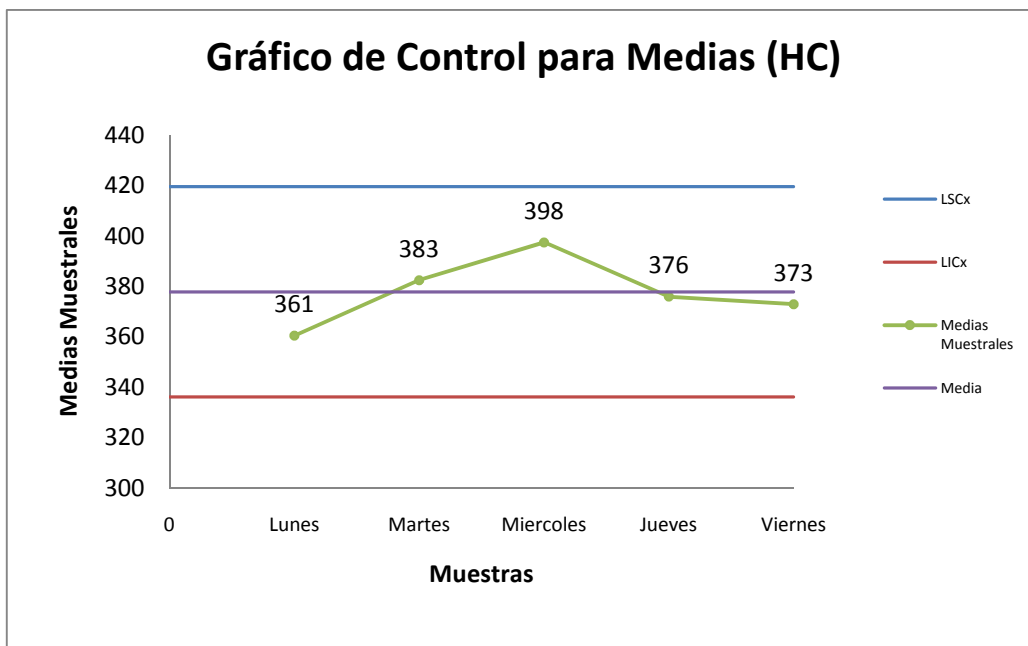
El gráfico no presenta errores de causa asignable ya que ninguno de los rangos calculados para el CO<sub>2</sub> sale de los límites de control.

### Gráfica de medias

**Tabla 4.6** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en HC.

$LSC_x$	419,6 ppm
$LIC_x$	336,2 ppm
$\bar{\bar{X}}$	378 ppm





**Gráfico 4.4** Gráfica de control para medias del HC.

Las diferencias que existen entre las mediciones de HC entre cada una de las pruebas se deben a errores de tipo aleatorio y no a errores de causa asignable ya que ninguno de los promedios calculados sale de los límites de control.

#### 4.3.1.3 Gráficas de control para Rangos R y Medias $\bar{X}$ del NOx

Se cumple con el procedimiento de cálculo descrito y se elaboran las gráficas de control de las mediciones de la tabla 4.7.

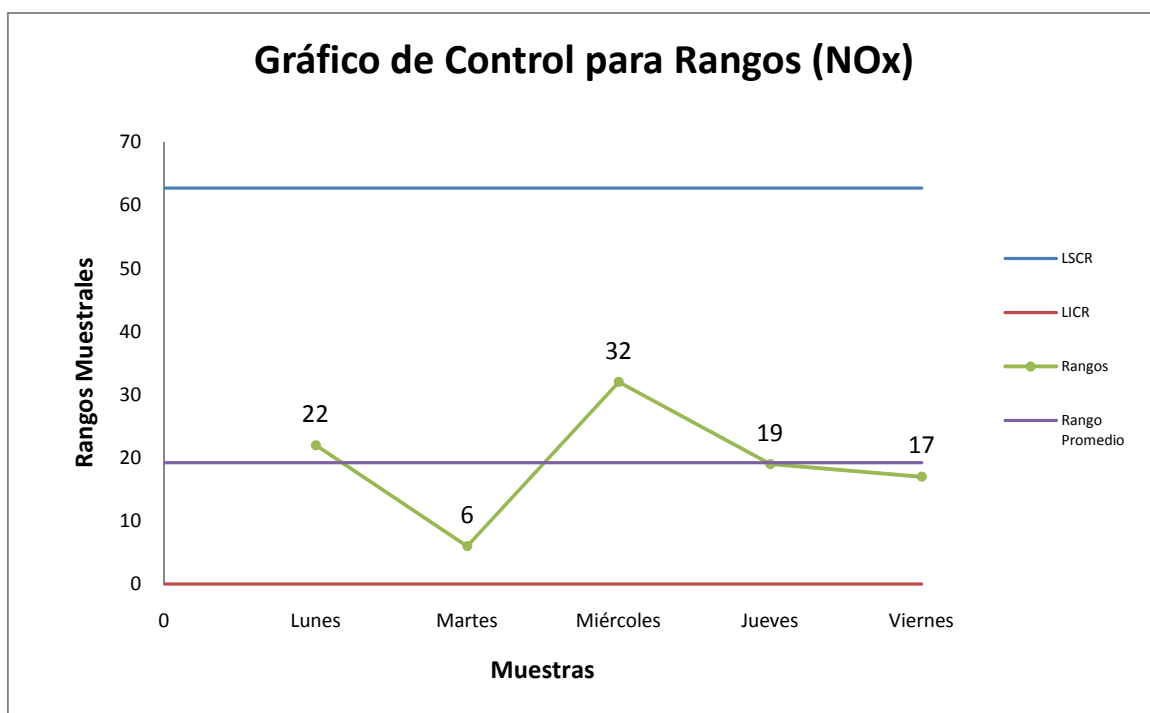
**Tabla 4.7** Valores de NOx utilizados en las gráficas de control.

NOx (ppm)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )	Rango (R)
LUNES	231	253	242	22
MARTES	239	233	236	6
MIÉRCOLES	240	208	224	32
JUEVES	222	241	231,5	19
VIERNES	250	233	241,5	17
			$\bar{\bar{X}} = 235$	$\bar{R} = 19,2$

### Gráfica de rangos

**Tabla 4.8** Parámetros calculados para la gráfica de control R en NOx.

$LSC_R$	62,7 ppm
$LIC_R$	0 ppm
$\bar{R}$	19,2 ppm



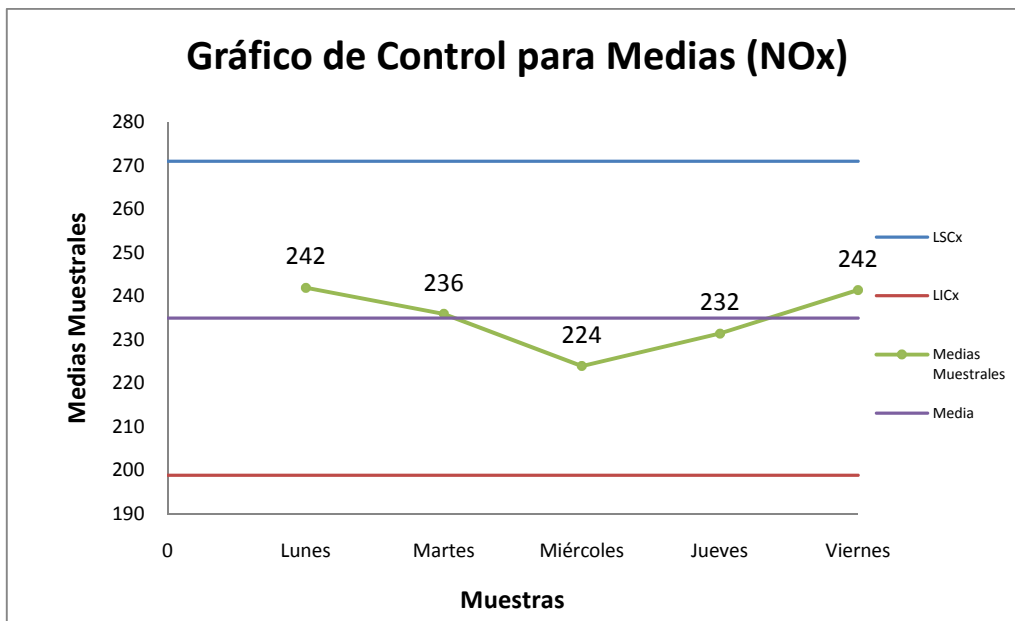
**Gráfico 4.5** Gráfica de control para rangos de NOx.

El gráfico 4.5 muestra que no existen errores de causa asignable, ya que ninguno de los rangos calculados para los NOx sale de los límites de control.

### Gráfica de medias

**Tabla 4.9** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en NOx.

$LSC_x$	271 ppm
$LIC_x$	198,9 ppm
$\bar{X}$	235 ppm



**Gráfico 4.6** Gráfica de control para medias de NOx.

En el gráfico se aprecia que ninguno de los promedios calculados sale de los límites de control, no existiendo errores de causa asignable y que las diferencias que existen entre las mediciones de NOx entre cada una de las pruebas se deben a errores de tipo aleatorio.

#### 4.3.1.4 Gráficas de control para Rangos R y Medias $\bar{X}$ del CO

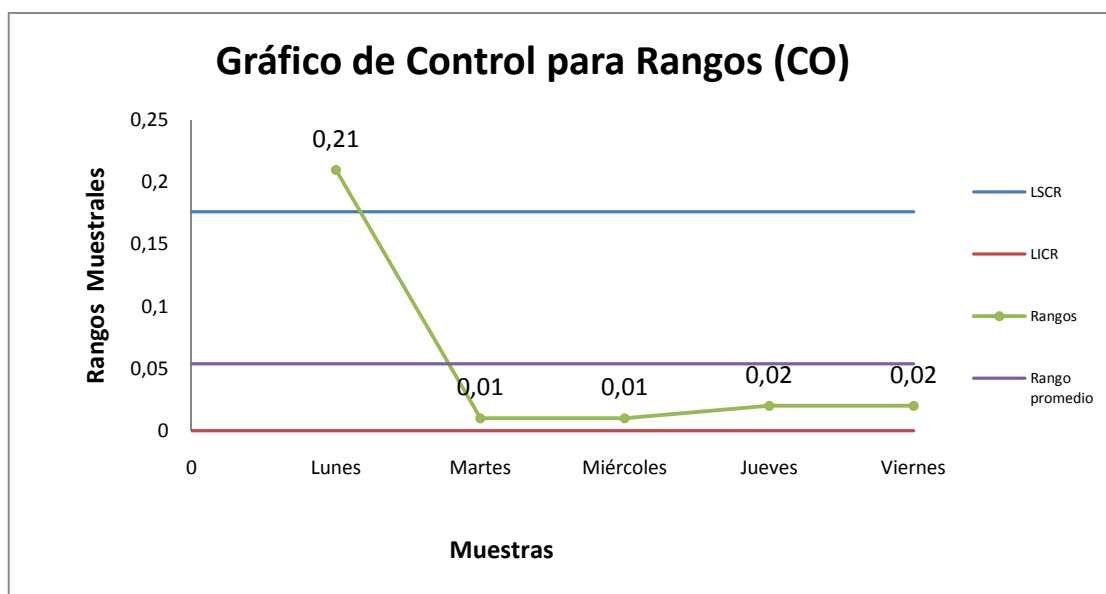
**Tabla 4.10** Valores de CO utilizados en las gráficas de control.

CO (%vol)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )	Rango (R)
LUNES	2,45	2,66	2,555	0,21
MARTES	2,68	2,67	2,675	0,01
MIERCOLES	2,55	2,56	2,555	0,01
JUEVES	2,62	2,60	2,61	0,02
VIERNES	2,58	2,60	2,59	0,02
			$\bar{X} = 2,597$	$\bar{R} = 0,054$

## Gráfica de rangos

**Tabla 4.11** Parámetros calculados para la gráfica de control R en CO.

$LSC_R$	0,18 %Vol
$LIC_R$	0 %Vol
$\bar{R}$	0,054 %Vol



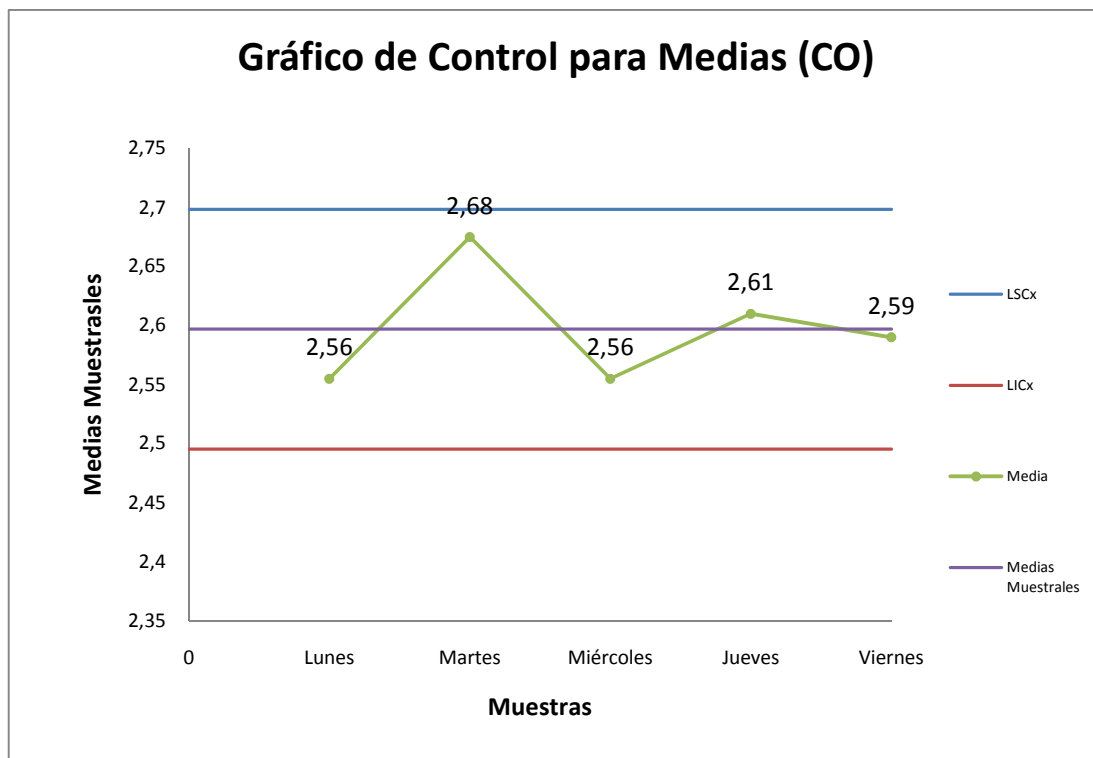
**Gráfico 4.7** Gráfica de control para rangos de CO.

En éste gráfico el valor de 0,21 de los rangos calculados para el CO sale de los límites de control, por lo tanto existe errores de causa asignable en las mediciones de las pruebas realizadas el día lunes.

## Gráfica de medias

**Tabla 4.12** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en CO

$LSC_x$	2,7 %Vol
$LIC_x$	2,5 %Vol
$\bar{\bar{X}}$	2,59 %Vol



**Gráfico 4.8** Gráfica de control para medias de CO.

En el gráfico 4.8 ninguno de los promedios calculados sale de los límites de control, no existen errores de causa asignable.

De los gráficos de control elaborados para las emisiones contaminantes se tiene que un valor del CO (gráfica 4.7) está fuera del rango de confianza (límites de control), para el cálculo de los factores de emisión no se toma en cuenta los datos de las pruebas realizadas el día lunes. Este criterio se emplea siempre que en los gráficos de control existan valores fuera de los límites de confianza.

#### **4.3.2 GRÁFICOS DE CONTROL PARA EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

En base a los datos de pulsos obtenidos a través de los flujómetros tanto para la ida como para el retorno de combustible se realizan las gráficas de control. Para éste análisis no se toma en cuenta los datos de las pruebas del día lunes ya que todos estos datos fueron descartados por un valor de rango en la gráfica de control de rango del CO que se encuentra fuera de los límites (gráfico 4.7).

Gráficas de control para Rangos  $R$  y Medias  $\bar{X}$  de los pulsos de ida

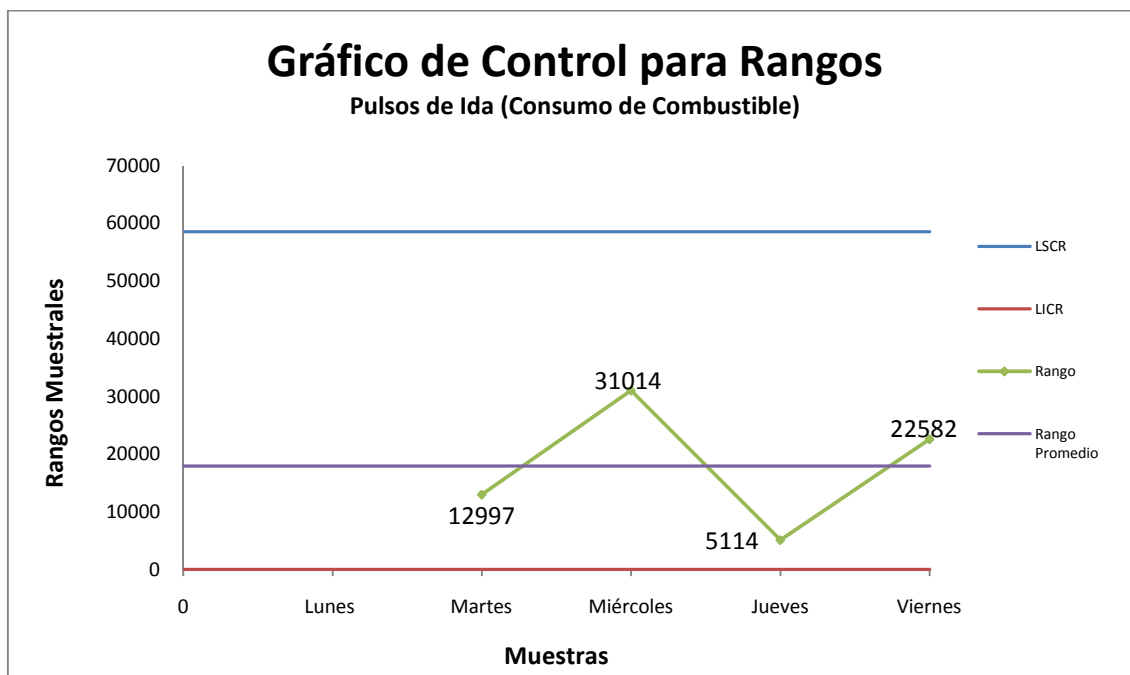
**Tabla 4.13** Pulsos de ida utilizados en las gráficas de control

Pulsos ida				
Día	Horas		Promedio	Rango
	9h30	14h00		
LUNES	154239	137124		
MARTES	169342	156345	162844	12997
MIÉRCOLES	155739	124725	140232	31014
JUEVES	126949	121835	124392	5114
VIERNES	138159	115577	126868	22582
			$\bar{\bar{X}} = 138584$	$\bar{R} = 17926,8$

**Gráfica de rangos**

**Tabla 4.14** Parámetros calculados para la gráfica de control R en los pulsos de ida.

$LSC_R$	58567 pulsos
$LIC_R$	0 pulsos
$\bar{R}$	17927 pulsos



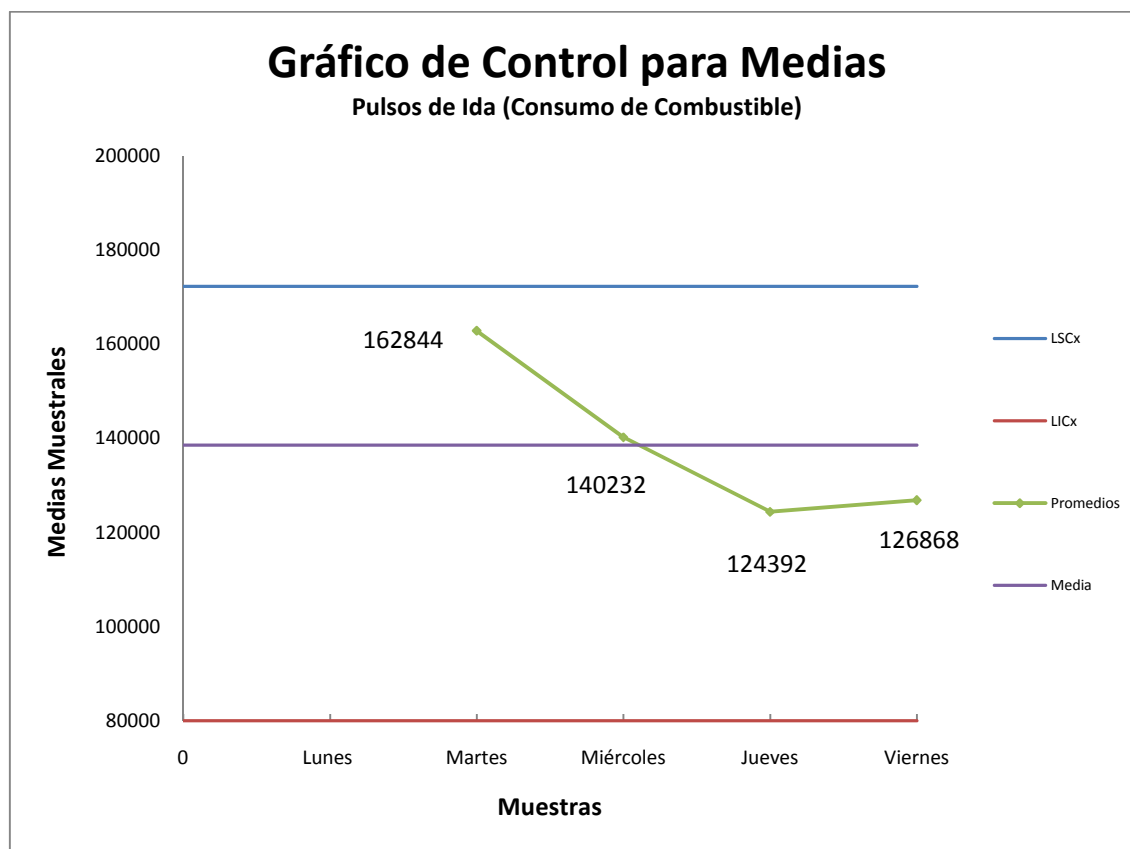
**Gráfico 4.9** Gráfica de control para rangos de los pulsos de ida.

De acuerdo al gráfico no existen errores de causa asignable, ya que ninguno de los rangos calculados para los pulsos de ida sale de los límites de control.

### Gráfica de medias

**Tabla 4.15** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en los pulsos de ida.

$LSC_x$	172286 pulsos
$LIC_x$	80017 pulsos
$\bar{\bar{X}}$	138584 pulsos



**Gráfico 4.10** Gráfica de control para medias de los pulsos de ida.

En el gráfico 4.10, ninguno de los promedios calculados sale de los límites de control, no existiendo errores de causa asignable.

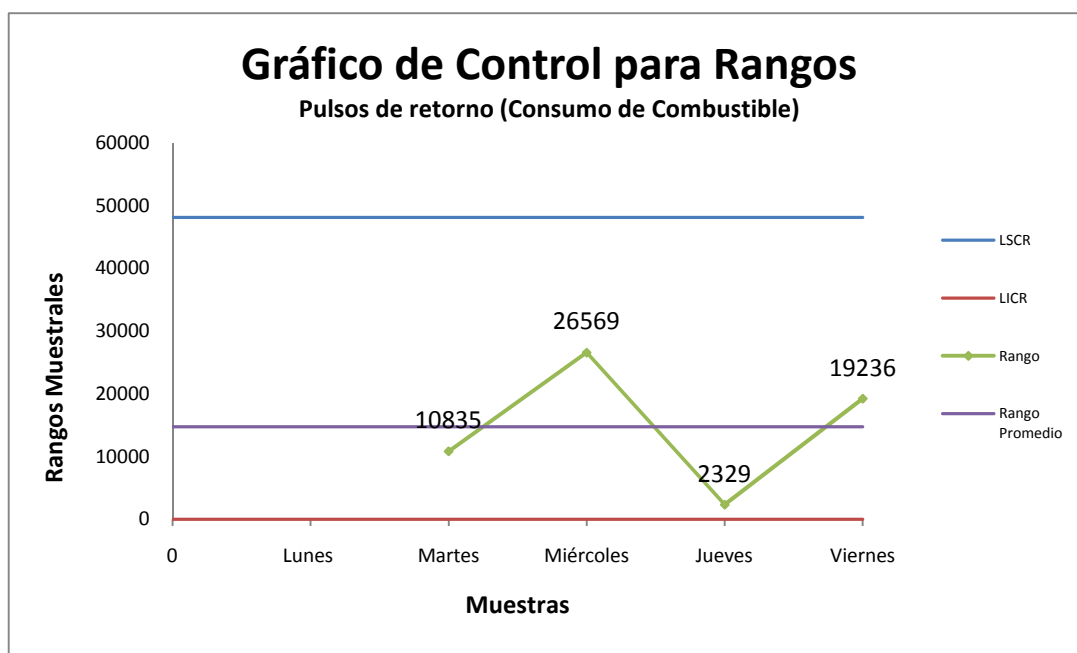
Gráficas de control para Rangos  $R$  y Medias  $\bar{X}$  de los Pulsos de retorno**Tabla 4.16** Pulsos de retorno utilizados en las gráficas de control.

Pulsos retorno				
	9h30	14h00	Promedio	Rango
Lunes	125836	111313		
Martes	138455	127620	133038	10835
Miércoles	127293	100724	114009	26569
Jueves	100724	98395	99560	2329
Viernes	112191	92955	102573	19236
			$\bar{X} = 112295$	$\bar{R} = 14742,3$

## Gráfica de rangos

**Tabla 4.17** Parámetros calculados para la gráfica de control R en los pulsos de retorno.

$LSC_R$	48163 pulsos
$LIC_R$	0 pulsos
$\bar{R}$	14742 pulsos

**Gráfico 4.11** Gráfica de control para rangos de los pulsos de retorno.

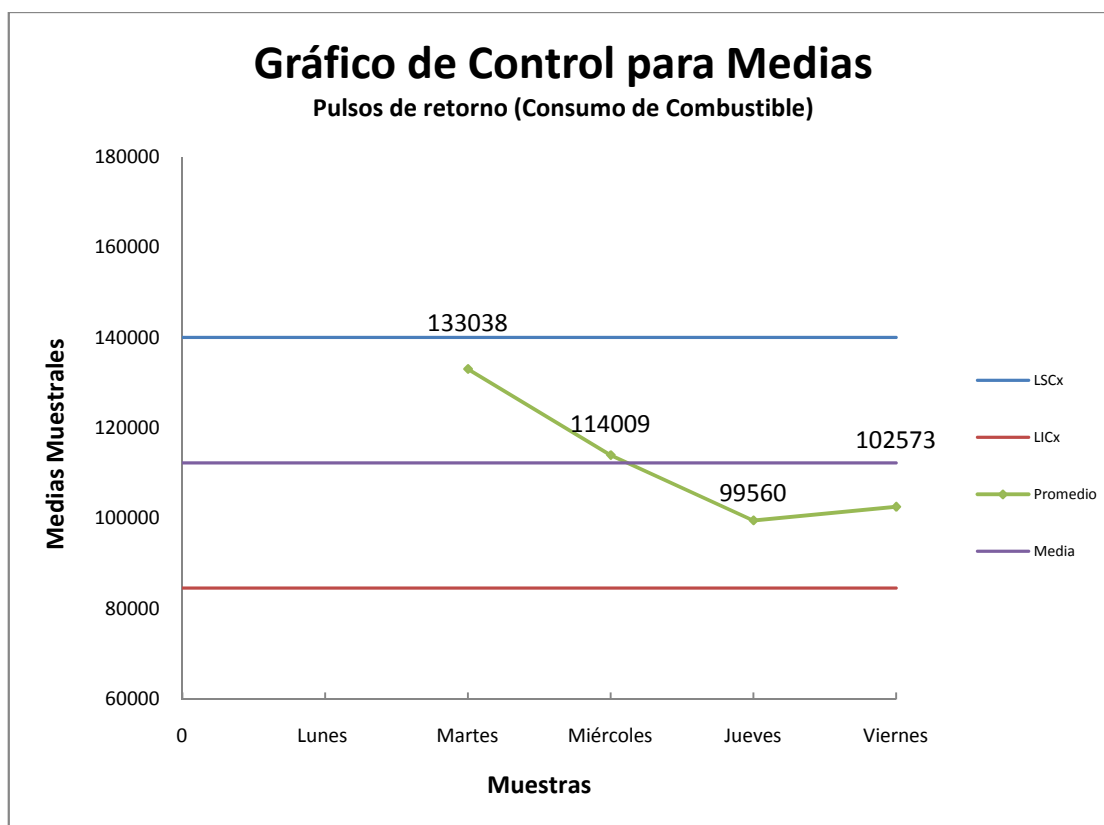


En el gráfico ninguno de los rangos calculados para los pulsos de ida sale de los límites de control por lo que no existen errores de causa asignable.

### Gráfica de medias

**Tabla 4.18** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en los pulsos de retorno.

$LSC_x$	140010 pulsos
$LIC_x$	84579 pulsos
$\bar{\bar{X}}$	112295 pulsos



**Gráfico 4.12** Gráfica de control para medias de los pulsos de retorno.

No existen errores de causa asignable de acuerdo a lo que se indica en el gráfico 4.12.

### 4.3.3 DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

Para determinar los factores de emisión se aplica el método de Base - Combustible descrito en el capítulo 2 (sección 2.3.3.8). Los cálculos que se realizan son la transformación del consumo de combustible de los pulsos obtenidos en la medición a litros, aplicando el respectivo factor de conversión característico de cada flujómetro (Anexo II) y la obtención de los factores de emisión utilizando los valores promedios de cada contaminante (Anexo IX) y la información de la tabla 4.19.

**Tabla 4.19** Valores utilizados para el cálculo de los factores de emisión

<b>Combustible</b>					<b>Recorrido de la prueba (km)</b>
<b>Ida (pulsos)</b>	<b>Const<sub>conv</sub> ida (pulsos/l)</b>	<b>Retorno (pulsos)</b>	<b>Const<sub>conv</sub> retorno (pulsos/l)</b>	<b>Densidad pf (g/l)</b>	
138584	1400	112547	1200	680	35.2
<b>Emisiones Contaminantes (Anexo II)</b>					
<b>[CO] %V</b>	<b>[CO<sub>2</sub>] %V</b>		<b>[HC] ppm</b>	<b>[NO<sub>x</sub>] ppm</b>	
2,61	9,63		382	233	
<b>Fracción de Carbono W<sub>c</sub></b>		<b>Pesos Moleculares Mp (g/mol)</b>			
<b>W<sub>c</sub></b>		<b>CO</b>	<b>HC</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	
0,8421		28	44	30	

#### 4.3.4 CÁLCULO DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE (Cc)

$$V_{ida} = \frac{Pulsos_{ida}}{Const_{conv}} \quad \text{Ec. 4.9}$$

$$V_{ida} = \frac{138584 \text{ (pulsos)}}{1400 \left(\frac{\text{pulsos}}{l}\right)}$$

$$V_{ida} = 98,99 \text{ (l)}$$

$$V_{retorno} = \frac{Pulsos_{retorno}}{Const_{conv}} \quad \text{Ec. 4.10}$$

$$V_{retorno} = \frac{112547 \text{ pulsos}}{1200 \left(\frac{\text{pulsos}}{l}\right)}$$

$$V_{retorno} = 93,79 \text{ (l)}$$

$$\Delta V = V_{ida} - V_{retorno}$$

$$\Delta V = 98,99(l) - 93,79(l) \quad \text{Ec. 4.11}$$

$$\Delta V = 5,2 \text{ (l)}$$

$$Cc = \frac{\Delta V}{Recorrido} \quad \text{Ec. 4.12}$$

$$Cc = \frac{5,2(l)}{35,2 \text{ (km)}}$$

$$Cc = 0,148 \left(\frac{l}{km}\right)$$

#### 4.3.5 CÁLCULO DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

Para el CO utilizando la ecuación 2.2 y 2.3 se obtiene:

$$E_{CO} = \frac{\frac{[2,61]}{[9,63]}}{1 + \frac{[2,61]}{[9,63]} + 3 \frac{[382/10000]}{[9,63]}} \left( \frac{0,8421 \times 680 \left(\frac{g}{l}\right)}{12 \left(\frac{g}{m^3}\right)} \right) 28 \left(\frac{g}{m^3}\right)$$

$$E_{CO} = 282,26 \left( \frac{g}{l} \right)$$

$$E'_{CO} = 282,26 \left( \frac{g}{l} \right) \times 0,148 \left( \frac{l}{km} \right)$$

$$E'_{CO} = 41,77 \left( \frac{g}{km} \right)$$

Para el HC utilizando las ecuaciones 2.2 y 2.5 se obtiene:

$$E_{HC} = \frac{\frac{[382]}{[10000]}}{[9,63]} \left( \frac{0,8421 \times 680 \left( \frac{g}{l} \right)}{12 \left( \frac{g}{m^3} \right)} \right) 44 \left( \frac{g}{m^3} \right)$$

$$1 + \frac{[2,61]}{[9,63]} + 3 \frac{[382]}{[10000] [9,63]}$$

$$E_{HC} = 6,5 \left( \frac{g}{l} \right)$$

$$E'_{HC} = 6,5 \left( \frac{g}{l} \right) \times 0,148 \left( \frac{l}{km} \right)$$

$$E'_{HC} = 0,96 \left( \frac{g}{km} \right)$$

Para los NOx utilizando la ecuación 2.2 y 2.5 se obtiene:

$$E_{NOx} = \frac{\frac{[233]}{[10000]}}{[9,63]} \left( \frac{0,8421 \times 680 \left( \frac{g}{l} \right)}{12 \left( \frac{g}{m^3} \right)} \right) 30 \left( \frac{g}{m^3} \right)$$

$$1 + \frac{[2,19]}{[9,63]} + 3 \frac{[382]}{[10000] [9,63]}$$

$$E_{NOx} = 32,44 \left( \frac{g}{l} \right)$$

$$E'_{NOx} = 32,44 \left( \frac{g}{l} \right) \times 0,148 \left( \frac{l}{km} \right)$$

$$E'_{NOx} = 4,8 \left( \frac{g}{km} \right)$$

**Tabla 4.20** Resumen de resultados

	Consumo de combustible		Factores de Emisión		
			CO (g/km)	HC (g/km)	NO <sub>x</sub> (g/km)
	(l/km)	(km/l)			
Valores obtenidos	0,148	6.76	41.77	0,96	4,8

#### 4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

El análisis se realiza en la velocidad media con la que circuló el vehículo durante las pruebas, en las gráficas de rangos y medias de las emisiones y del consumo de combustible, en los factores de emisión, así como también en las gráficas de los contaminantes en el tiempo, éstas para visualizar sus comportamientos dentro de la ruta.

##### 4.4.1 ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD MEDIA

La velocidad media depende de las condiciones de tráfico por ello es imposible que sus valores en cada prueba sean iguales pero como se indica en la tabla 4.21 éstos tienden a ser parecidos. Realizando las gráficas de control (gráfico 4.13 y gráfico 4.14) se observa que las velocidades medias se encuentran dentro de los límites de confianza por lo tanto las pruebas se realizaron bajo condiciones de tráfico similares.

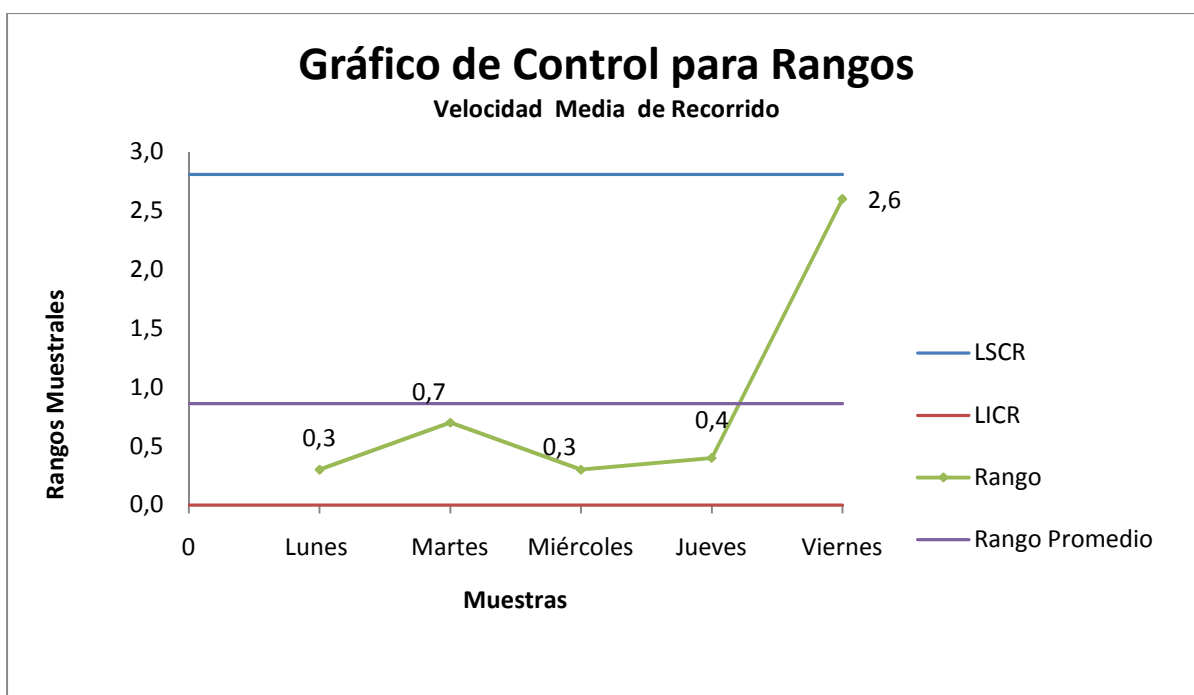
**Tabla 4.21** Velocidades medias utilizadas en las gráficas de control.

	Velocidad media (km/h)		Promedio	Rango
	9h30	14h00		
Lunes	27,1	27,4	27	0,3
Martes	26,2	26,9	27	0,7
Miércoles	28,5	28,8	29	0,3
Jueves	28,6	28,2	28	0,4
Viernes	30,1	27,5	29	2,6
			$\bar{X} = 28$	$\bar{R} = 0,86$

## Gráfica de rangos

**Tabla 4.22** Parámetros calculados para la gráfica de control R en las velocidades medias.

$LSC_R$	2,8 km/h
$LIC_R$	0 km/h
$\bar{R}$	0,86 km/h

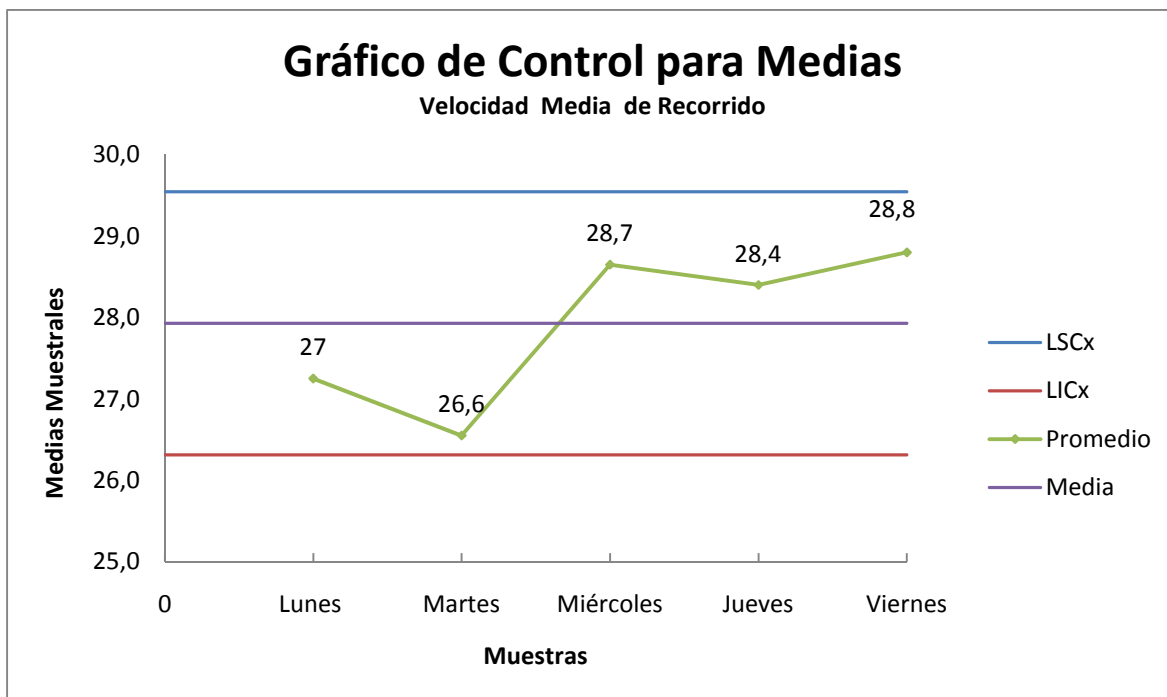


**Gráfico 4.13** Gráfica de control para rangos de las velocidades medias (km/h).

## Gráfica de medias

**Tabla 4.23** Parámetros calculados para la gráfica de control  $\bar{X}$  en las velocidades medias.

$LSC_x$	29,5 km/h
$LIC_x$	26,3 km/h
$\bar{X}$	28 km/h



**Gráfico 4.14** Gráfica de control para medias de las velocidades (km/h).

#### 4.4.2 ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS DE RANGOS Y MEDIAS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES Y DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

La gráfica de control de rangos del CO (gráfica 4.7) presentó un valor de rango que estuvo fuera de los límites de control debido a un error de causa asignable, pero éste error apareció solo en éste contaminante, esto no quiere decir que la prueba no se realizó correctamente ya que las medidas de los otros contaminantes tomados en ese día se encuentran entre los límites de control, para el cálculo de los factores de emisión no fueron tomados en cuenta los datos de emisiones y de consumo de combustible obtenidos de día Lunes. Este error pudo haber sido producto de una descoordinación en la operación del escáner, un manejo del vehículo fuera de los límites de velocidad establecidos, saturación del analizador, memoria llena del escáner, filtro mal puesto, entre otras.

En las gráficas de control de los otros contaminantes y de las mediciones de pulsos para el consumo de combustible, los valores de rango y media estuvieron dentro de los límites de control, garantizando de esta forma que el procedimiento

de medición en todas las pruebas se realizó de forma adecuada y con ello se establece la repetibilidad y la reproducibilidad del método, validando el mismo.

La determinación de factores de emisión a bordo con el método desarrollado es confiable y se lo puede realizar cumpliendo con los parámetros señalados en el estudio. Para obtener una mayor seguridad en la validez de los datos obtenidos se recomienda realizar como mínimo tres pruebas.

#### **4.4.3 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE EMISIÓN OBTENIDOS**

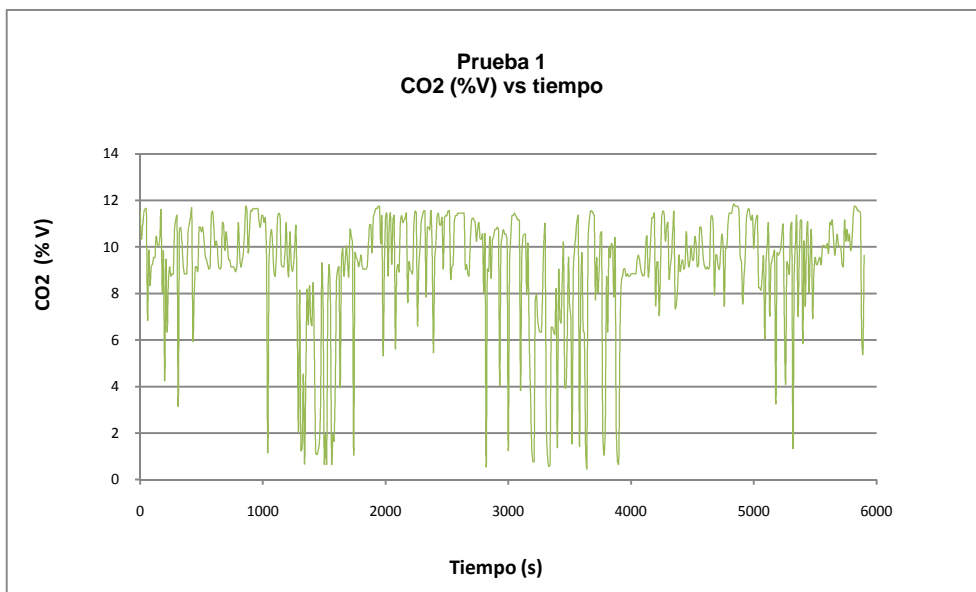
Los factores de emisión calculados son: CO = 41,77(g/km), HC = 0,96 (g/km) y NOx = 4.8 (g/km) (tabla 4.8), estos valores representan la cantidad de contaminante (gramos) emitido a la atmosfera por cada kilómetro recorrido en el sector urbano. Los mismos que son particulares para éste vehículo, en las condiciones en las que estaba operando, por ejemplo problemas con el sensor de oxígeno. Indicando además que se tiene un mayor consumo de combustible cuyo valor es 0,148 l/km y no de 0,088 l/ km como lo indica la ficha técnica (Anexo X). Es importante mencionar que estos factores de emisión no fueron obtenidos en un laboratorio bajo condiciones controladas si no en ruta en condiciones reales.

#### **4.4.4 ANÁLISIS DE LAS GRÁFICAS DE LOS CONTAMINANTES EN EL TIEMPO**

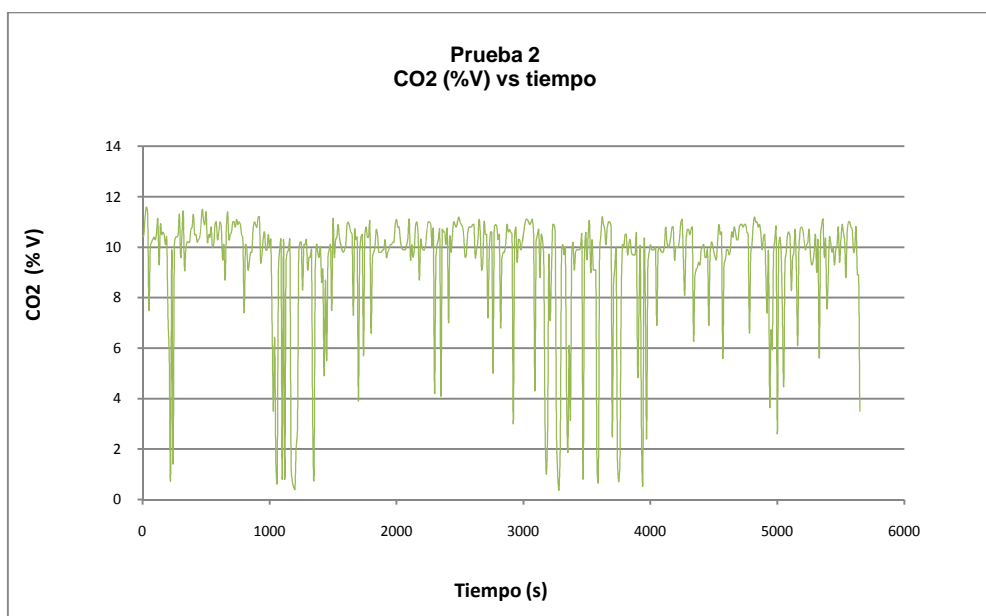
Al elaborar éste tipo de gráficas se analiza la semejanza de la tendencia entre cada prueba realizada por contaminante, con ésto se verifica la repetibilidad y la reproducibilidad del método desde otro punto de vista.

Las gráficas 4.13 y 4.14 indican cómo se comporta el CO<sub>2</sub> en las pruebas 1 y 2, se observa que las curvas presentan una similitud en la tendencia en el tiempo, lo mismo ocurre con las gráficas de las otras pruebas como se presenta en el Anexo VIII.



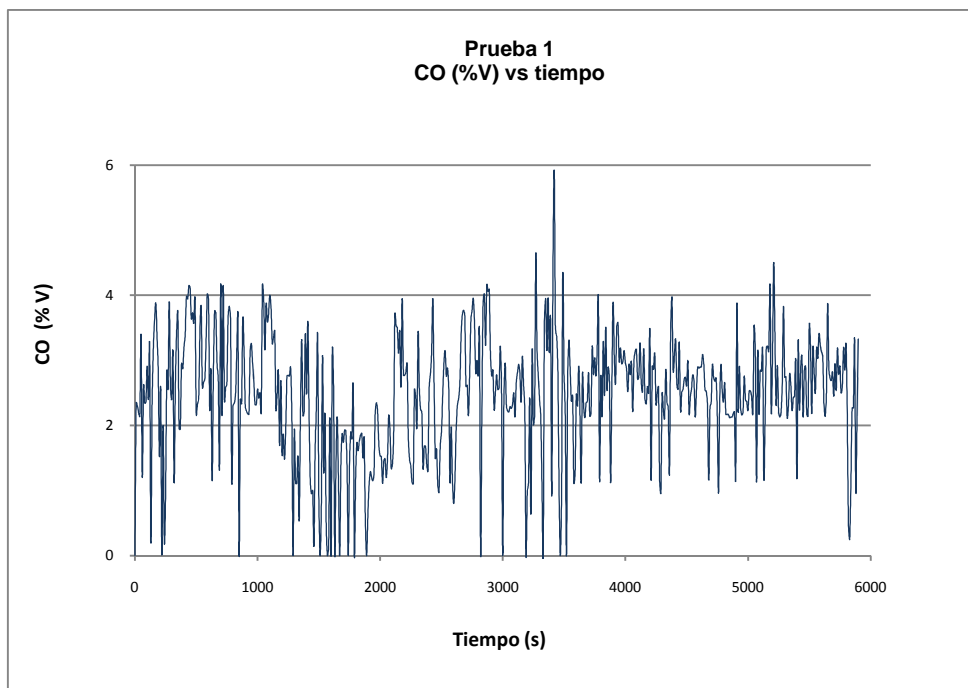


**Gráfico 4.15** Prueba 1: CO2 vs. Tiempo.

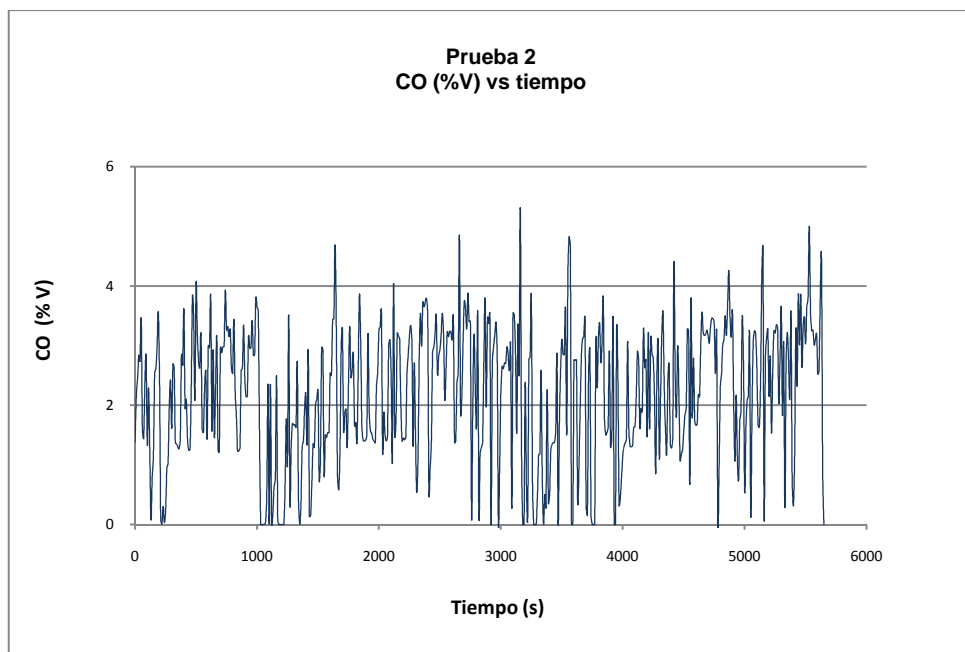


**Gráfico 4.16** Prueba 2: CO2 vs. Tiempo.

En las gráficas 4.15 y 4.16 se observa la similitud en la tendencia de las curvas de CO entre las dos pruebas, las gráficas de CO vs tiempo de las otras pruebas se presentan en el Anexo VIII.

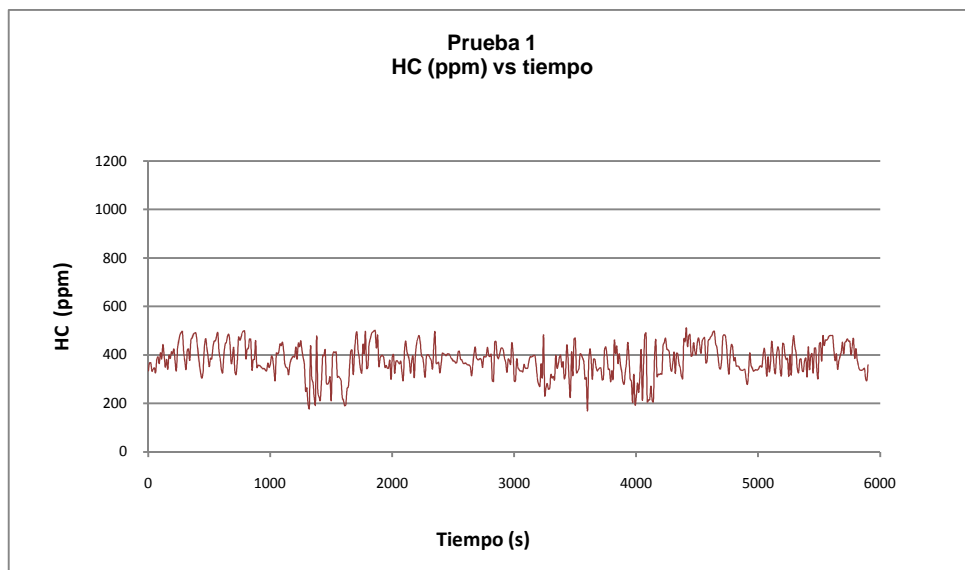


**Gráfico 4.17** Prueba 1: CO vs. Tiempo.

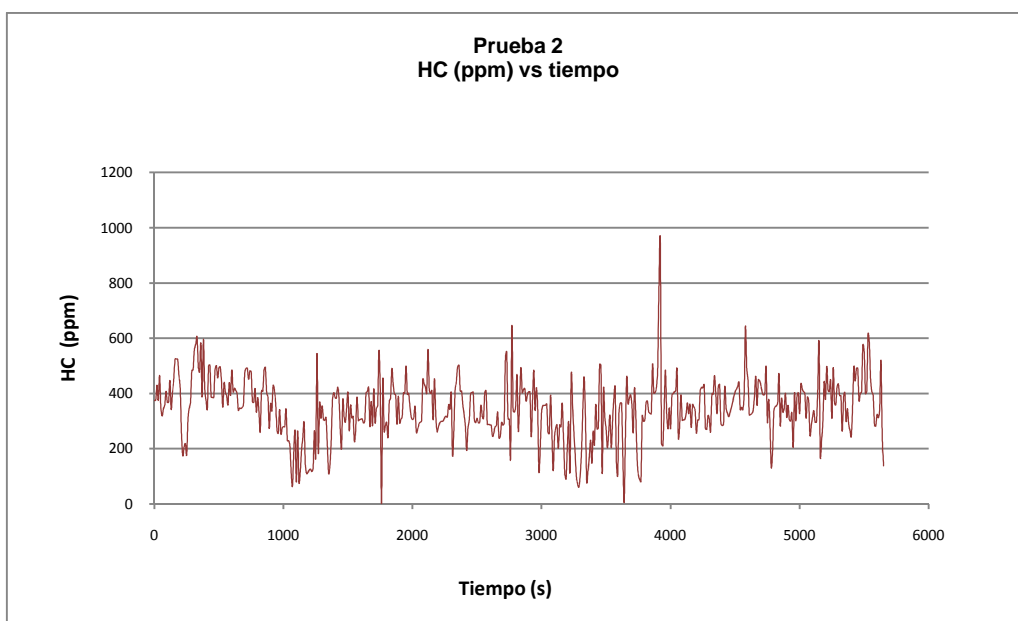


**Gráfico 4.18** Prueba 2: CO vs. Tiempo.

Los HC presentan gráficas cuyas curvas tienden a ser semejantes como se muestra en las gráficas 4.17 y 4.18, la prueba 2 presenta algunos picos, instantes donde el automóvil sufrió aceleraciones excesivas durante la prueba, las gráficas de HC vs tiempo de las otras pruebas se presentan en el Anexo VIII.

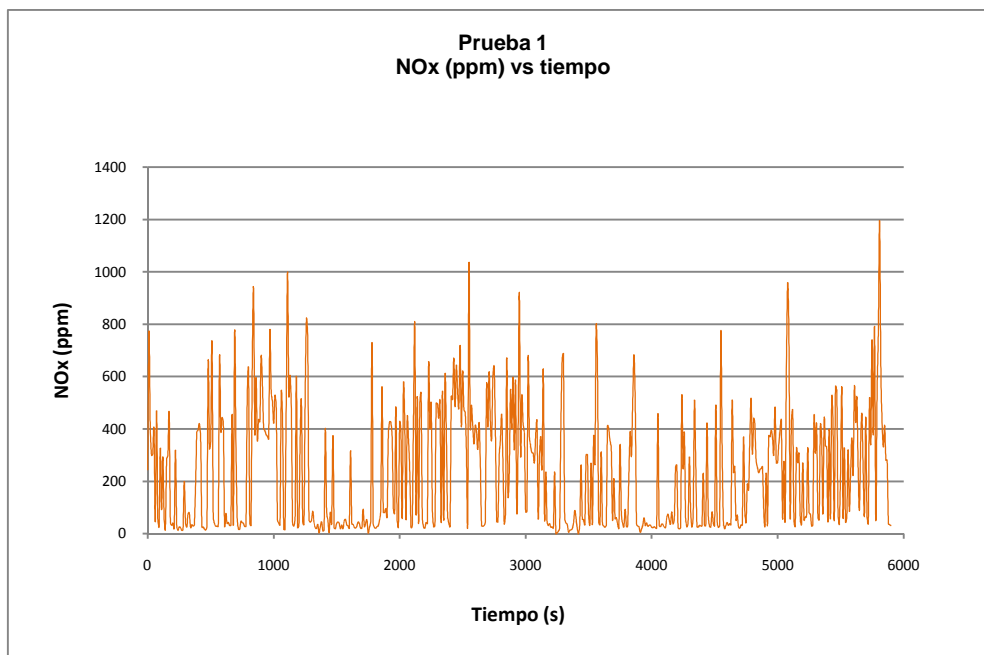


**Gráfico 4.19** Prueba 1: HC vs. Tiempo

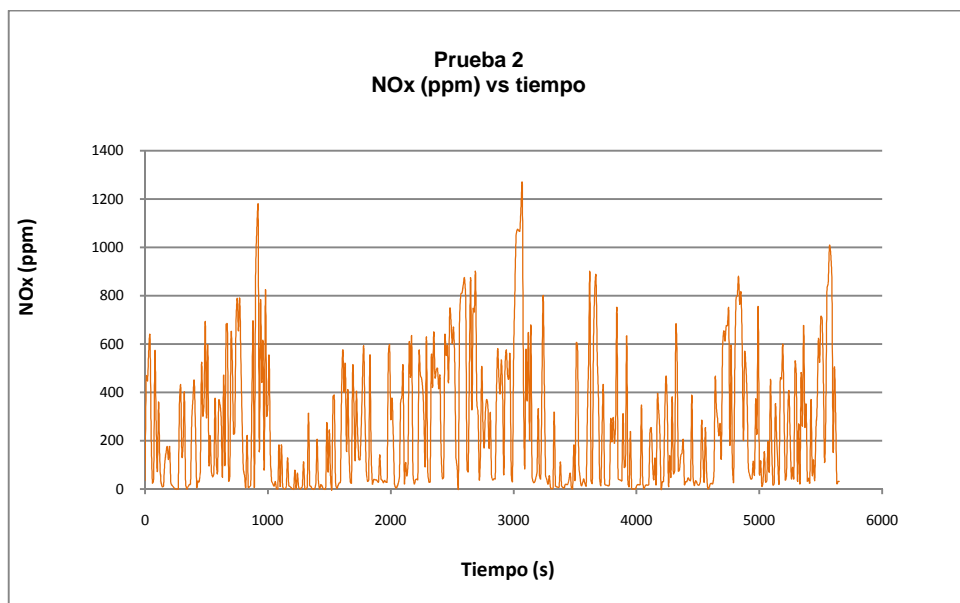


**Gráfico 4.20** Prueba 2: HC vs. Tiempo.

En el caso de los NO<sub>x</sub> presentan gráficas en el tiempo donde sus curvas poseen una tendencia parecida como lo muestran las gráficas 4.19 y 4.20, el mismo comportamiento de los NO<sub>x</sub> también se muestran en las gráficas de las otras pruebas en el Anexo VIII.

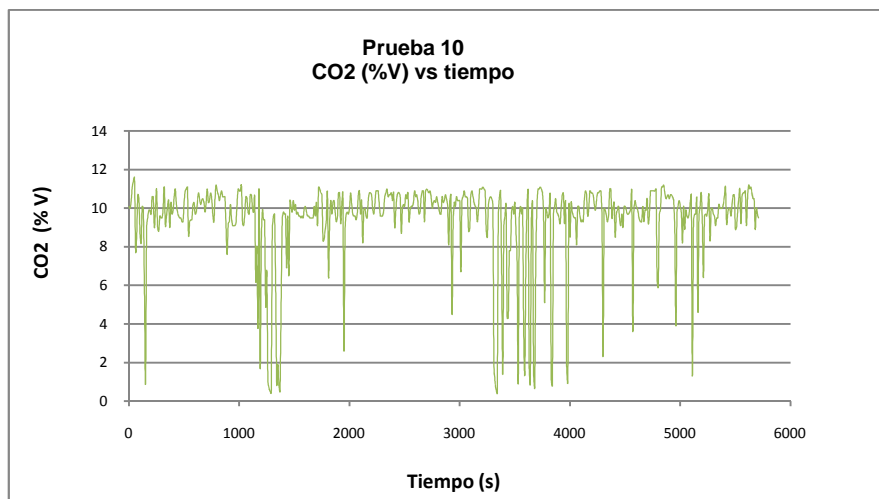


**Gráfico 4.21** Prueba 1: NOx vs. Tiempo.



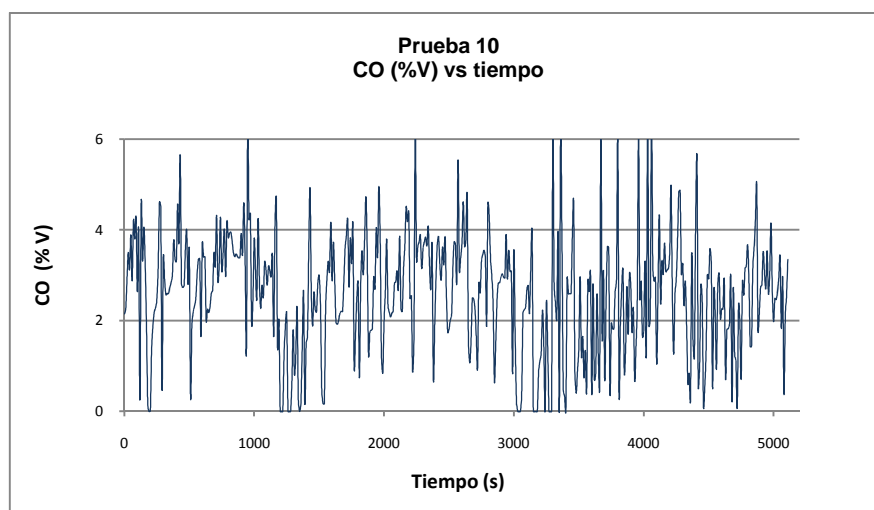
**Gráfico 4.22** Prueba 2: NOx vs. Tiempo.

Como complemento del análisis de las gráficas en el tiempo de las emisiones durante la ruta recorrida se comenta a continuación la tendencia de las mediciones de los contaminantes en una de las pruebas realizadas relacionándolas con el comportamiento del vehículo.



**Gráfico 4.23** Prueba 10: CO<sub>2</sub> vs. Tiempo.

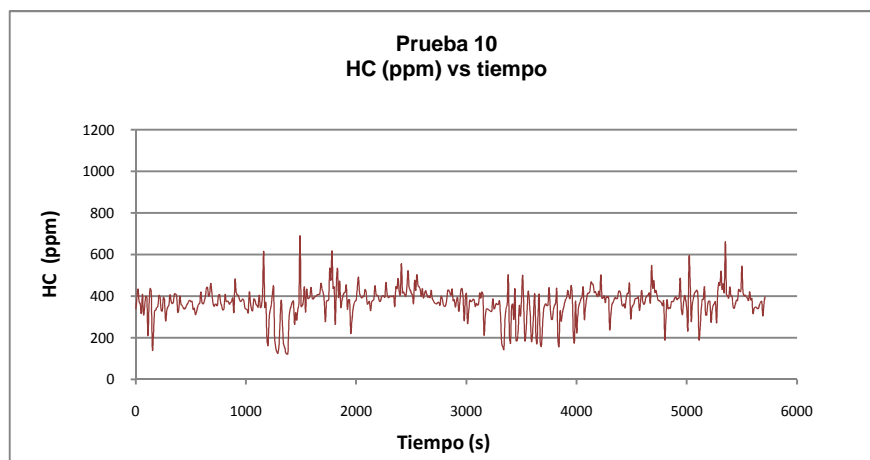
En el gráfico 4.21 se observa la oscilación de las medidas de CO<sub>2</sub> que tienden al valor del 10%V, presentándose varios picos de decremento en algunos tramos de tiempo, éstos representan calles de descenso de gran y media pendiente como la Av. Mariana de Jesús, tramos de la Av. Eloy Alfaro, Av. 12 de Octubre, en donde el vehículo no operaba con mayor carga.



**Gráfico 4.24** Prueba 10: CO vs. Tiempo

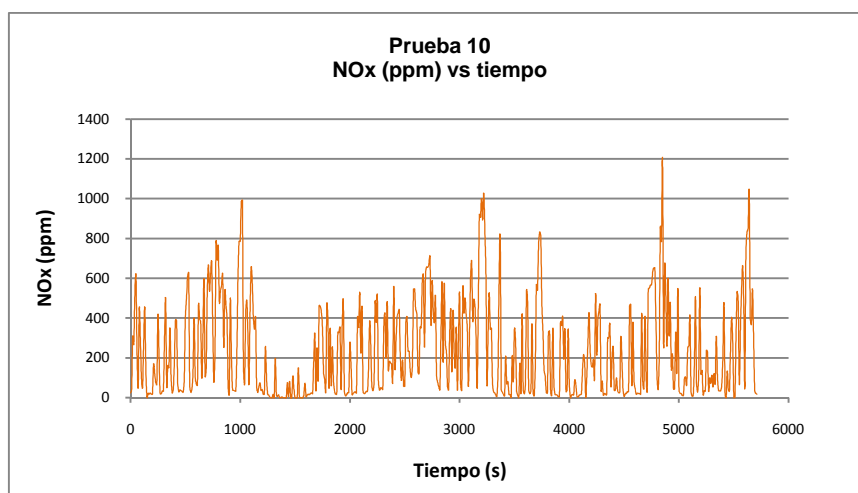
En cuanto al comportamiento del CO, en el gráfico 4.21 se observa que las medidas no oscilan a un valor determinado sino que existen tramos de tiempo en donde la tendencia del CO se incrementa debido a las aceleraciones del vehículo

y en otros disminuye en calles con pendientes en descenso lo que se podría decir que la emisión de éste contaminante es irregular durante la ruta.



**Gráfico 4.25** Prueba 10: HC vs. Tiempo

En el gráfico 4.23, los HC indican mediciones que oscilan a los 400 ppm presentándose varios picos de incremento en algunos tramos de tiempo donde el combustible no se quemó completamente, los picos que se observan en la gráfica representan aceleraciones bruscas en el arranque de las paradas, en los semáforos o en las calles empinadas de ascenso durante el recorrido.

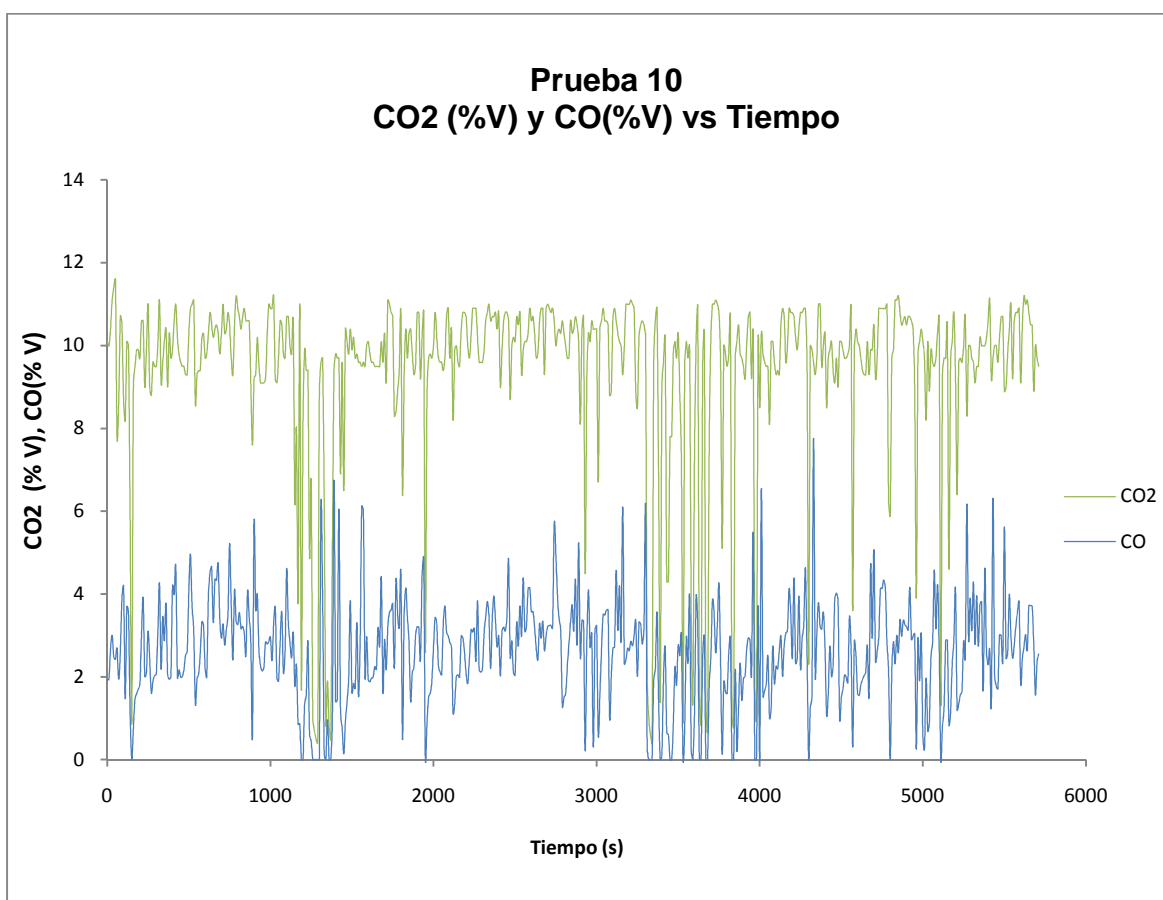


**Gráfico 4.26** Prueba 10: NOX vs. Tiempo.

En el gráfico 4.24 se observa que las mediciones de NOx oscilan entre los 200 ppm, presenta una tendencia de valores que se incrementan y disminuyen en algunos tramos de tiempo, los picos son instantes donde el vehículo se encuentra

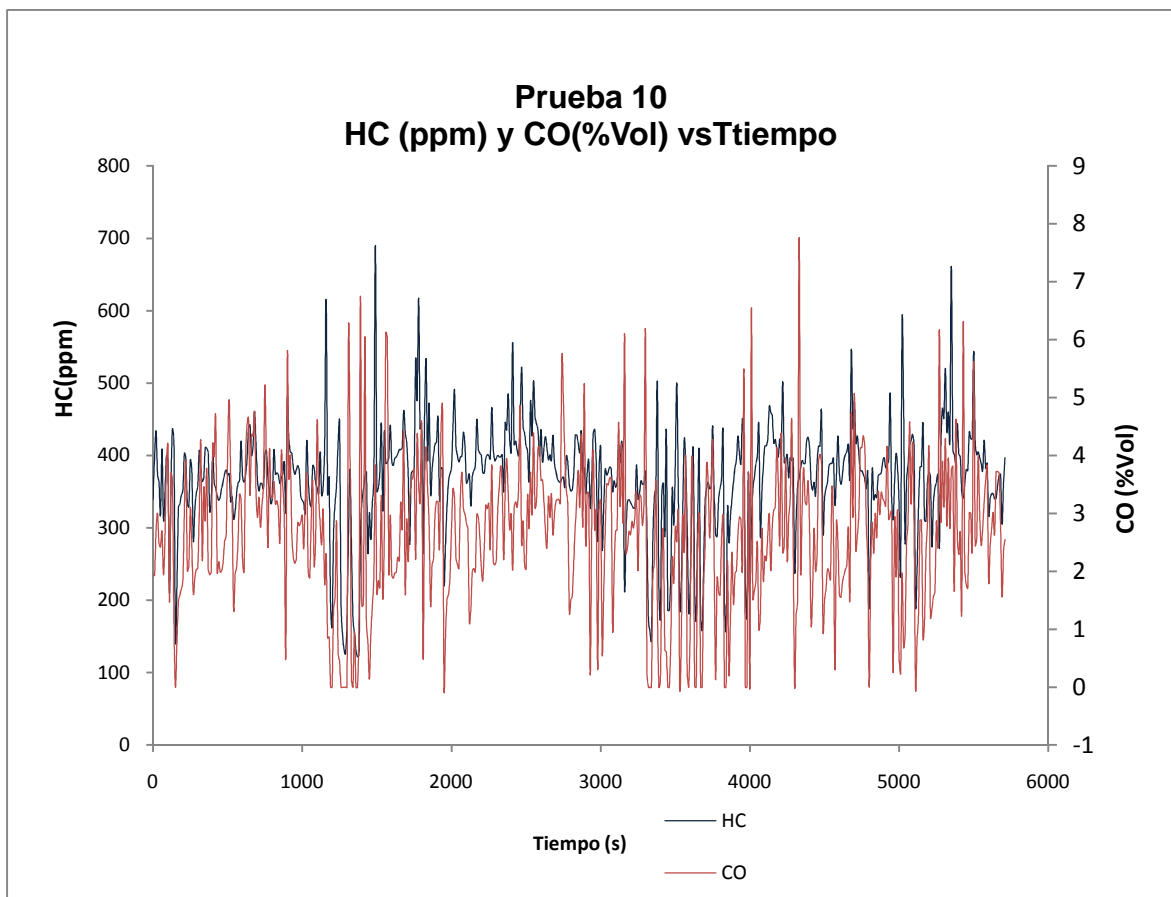
recorriendo calles con gran y medianas pendientes (Av. La Gasca, Av. Selva Alegre, tramos de la Av. 10 de Agosto y Av. Eloy Alfaro, calle Pareja, Espada, Solano) y donde se realizan aceleraciones de arranque, los valores bajos de las mediciones representan vías de descenso (Av. Mariana de Jesús, tramos de la Av. Eloy Alfaro, Av. 12 de Octubre).

Al sobreponer los gráficos de CO<sub>2</sub> (Gráfico 4.21) y de CO (Gráfico 4.22) se puede ver que cuando disminuyen los valores de CO<sub>2</sub> aumentan los CO. Gráfico 4.25.



**Gráfico 4.27** Prueba 10: CO<sub>2</sub> y CO vs. Tiempo

Para los HC y los CO<sub>2</sub> (gráfica 4.26), cuando los valores de los HC se incrementan las mediciones del CO<sub>2</sub> disminuyen y viceversa durante todo el recorrido. Gráfica 4.26.



**Gráfico 4.28** Prueba 10: HC y CO<sub>2</sub> vs. Tiempo.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- Con la finalización de éste estudio se concluye con el cumplimiento de los objetivos planteados, se desarrolló el método para la determinación de factores de emisión vehicular aplicando un protocolo de pruebas en ruta operando un analizador de cinco gases y un escáner automotriz. La metodología de cálculo seleccionada es en base al consumo de combustible y con el procedimiento estadístico de medias y rangos se comprobó la repetibilidad y reproducibilidad para la validación.
- El método desarrollado permite medir contaminantes en ruta, aspecto que sirve para determinar factores de emisión y con ésto elaborar inventarios de contaminación.
- Es factible aplicar el método desarrollado en cualquier tipo de vehículos a gasolina, por la facilidad que presenta en la instalación de los equipos, la realización de las pruebas y el cálculo en la determinación de los factores de emisión.
- El ciclo utilizado en éste estudio es el desarrollado para la ruta Quito ya que toma en cuenta la topografía irregular de la ciudad y abarca las condiciones reales de operación del vehículo.
- La modificación realizada en algunas calles se produjo debido a los trabajos de mantenimiento que realizó el Municipio en los Túneles en el tiempo de pruebas y no altera las condiciones que caracterizan el ciclo Quito manteniendo descensos, ascensos y velocidad media de la ruta.
- Las pruebas fueron realizadas a las 09:30 am y a las 14:00 pm, estos horarios permitieron evitar la congestión vehicular en la ciudad.

- La repetibilidad y la reproducibilidad del método se estableció analizando las gráficas de control de los contaminantes y del consumo de combustible, verificando que los promedios de las mediciones se encuentre dentro de los límites de confianza.
- La gráfica de rango del CO presentó un valor que estuvo fuera de los límites de control debido a un error de causa asignable, pero éste error apareció solo en éste contaminante, esto no quiere decir que la prueba no se realizó correctamente ya que las medidas de los otros contaminantes tomados en ese día se encuentran entre los límites de control. Para el cálculo de los factores de emisión no se consideró los datos de las pruebas del día en que se presentó ésta irregularidad.
- Los valores de contaminantes medidos son elevados debido a que el sensor de oxígeno del vehículo se encontraba defectuoso a pesar de ser un elemento nuevo, ésta condición se la mantuvo durante todas las pruebas.
- Para el cálculo de los factores de emisión se utilizó el método base-combustible ya que éste fue desarrollado para determinar factores de emisión utilizando equipos On-Board y el modelo matemático que utiliza proviene de un balance de masa del carbono en la combustión de los vehículos.
- Los factores de emisión calculados son particulares para el vehículo utilizado en las pruebas puesto que éste tiene ciertas condiciones de funcionamiento, y son: CO = 41,77(g/km), HC = 0,96 (g/km) y NOx = 4.8 (g/km).
- Las curvas de cada contaminante en el tiempo por cada prueba son semejantes pero no son iguales debido a que la rapidez de captura de las pantallas no se realizan en el mismo instante entre cada prueba, factor que depende del operario y de la respuesta del equipo, por éste motivo se

promedian las mediciones de los contaminantes para el análisis con las gráficas de control.

- La aplicación del método permite obtener resultados similares a los obtenidos con equipos On Board pero a menor costo.
- Seleccionando un ciclo de conducción adecuado se puede utilizar éste método para determinar factores de emisión en cualquier ciudad del país.

## RECOMENDACIONES

- Mantener los patrones de conducción del ciclo Quito durante la realización de las pruebas, como:  $Vel_{max}= 47.7$  km/h,  $Vel_{prom}= 26.1$  km/h para garantizar la confiabilidad de las pruebas que se realicen.
- Para aplicar el método se recomienda hacer como mínimo tres mediciones, en caso de no existir concordancia en los datos realizar las gráficas de control para descartar las incoherencias existentes.
- Instalar los equipos garantizando que no existan desconexiones y permitiendo un funcionamiento correcto del sistema.
- Verificar que los equipos instalados estén calibrados y garantizar que se encuentren en una posición segura dentro del vehículo con el fin de evitar interrupciones en el transcurso de las pruebas.
- Los equipos instalados deben ser encendidos siguiendo el procedimiento establecido de tal forma que permita salvaguardar los mismos y no cause daño al sistema eléctrico del vehículo.
- No realizar las pruebas en caso de presencia o sospecha de lluvia para descartar posibles variaciones en las mediciones de los contaminantes.
- Mantener todos los accesorios eléctricos del vehículo (aire acondicionado, radio, calefacción, etc.) apagados durante la realización de las pruebas.
- Se recomienda que las organizaciones encargadas de velar por el medio ambiente utilicen éste método como herramienta para la investigación de los efectos de las emisiones vehiculares.
- Realizar un reconocimiento de la ruta antes de realizar la prueba para evitar contrariedades durante el recorrido.

- La prueba se debe suspender si en el transcurso de la misma ocurre un cierre de vía por ejemplo un accidente de tránsito, eventos deportivos, etc.
- Para todas las pruebas que se realicen se debe mantener las mismas condiciones de operación del automóvil.

## BIBLIOGRAFÍA

- CENGEL Y, BOLES M; Termodinámica 5ta Edición. Mc Graw Hill; México; 2006.
- ROJAS, L; Mecánica Automotriz; INACAP; 2001.
- BOSCH, Manual de Sistema de Inyección Electrónica.
- BOSCH, Manual de Sistemas de Encendido.
- CORPAIRE; Presentación Power Point “Contaminación de Origen Vehicular”.
- TORRES L, URVINA V; Determinación de los factores reales de emisión de los motores ciclo Otto en la Ciudad de Quito; EPN; Quito; 2008.
- LABORATORIO DE MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA, Presentación Power Point de Emisiones Contaminantes, E.P.N., Quito, 2009.
- MUÑOZ, A; QUIROZ, C; PAZ, J; Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud en adultos que laboran en diferentes niveles de exposición.
- AVILA G, PACHECO R; Inventario de Emisiones de Fuentes de Áreas para la Ciudad de San Luis Potosí; UASLP; México; 2002.
- PARRA R; Inventarios de Emisiones-Comportamiento de los gases; Corpaire; Quito; 2008.
- SINGER,B; HARLEY,R; A Fuel-Based Motor Vehicle Emission Inventory; University of California Berkley.

- SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA; Norma Oficial Mexicana NOM-047-ECOL-1999.
- GONZÁLEZ, R; Los Ciclos de Manejo, una herramienta útil si es dinámica para Evaluar el consumo de combustible y las emisiones Contaminantes del auto transporte, 2006.
- FREY,C; Emissions Reduction Through Better Traffic Management: An Empirical Evaluation Based Upon On-Road Measurements, 2001.
- Campaña de Monitoreo Ambiental a distancia de los vehículos, Zona Metropolitana del Valle de México, Junio 2006.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA WESTERN GOVERNORS' ASSOCIATION, Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades mexicana, México 2007.
- Modelación de las emisiones del parque automotor en la ciudad de Cochabamba, Bolivia
- Manuales del programa de inventarios de emisiones de Mexico, Volumen VI - Desarrollo de Inventarios de Emisiones de Vehículos Automotores, 1997.
- MORENO J; CANCA J; Estimación de la emisión de contaminantes debida al tráfico urbano mediante modelos de asignación de tráfico, Valencia, 2006.
- Emisiones de escape de gases de vehículos, Programa autodidáctico 230, Audi.
- CCICEV; Propuesta para la Fiscalización Técnica de los Seis Centros de Revisión y Control Vehicular del Distrito Metropolitano de Quito; Enero; 2007.

- WEBSTER A; Estadística aplicada a la Empresa y a la Economía; 3ra Edición; Colombia; 2000.
- [www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control](http://www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control).
- [www.btflowmeter.com](http://www.btflowmeter.com).
- [www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra.../d.../termopri.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra.../d.../termopri.pdf).
- [www.asifunciona.com/mecanica/af\\_motor\\_gasolina/af\\_motor\\_gasolina\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/mecanica/af_motor_gasolina/af_motor_gasolina_1.htm).
- [www.worldimportaciones.com](http://www.worldimportaciones.com).
- [www.slideshare.net/iesmardecadiz/ciclostermodinamicos](http://www.slideshare.net/iesmardecadiz/ciclostermodinamicos).
- [www.mecanicavirtual.org/](http://www.mecanicavirtual.org/).
- [www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=109](http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=109)
- [www.cise.com/epea/magazine/3.htm](http://www.cise.com/epea/magazine/3.htm).
- [www.as-sl.com/pdf/tipos\\_gases.pdf](http://www.as-sl.com/pdf/tipos_gases.pdf).
- [www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/automocion\\_mecanica\\_automovil/decargar\\_ contaminación-en- automoción](http://www.mundodescargas.com/apuntes-trabajos/automocion_mecanica_automovil/decargar_contaminacion-en-automocion).
- [www.telpin.com.ar/interneteducativa/PeriodicoTEduca/combustion\\_inicial/index.htm](http://www.telpin.com.ar/interneteducativa/PeriodicoTEduca/combustion_inicial/index.htm).
- [www.institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf](http://www.institutoleonardo.iespana.es/descargas/gases.pdf).
- [www.textoscientificos.com/quimica/combustion](http://www.textoscientificos.com/quimica/combustion).



## **ANEXOS**

**ANEXO I: MAPA DE LA RUTA UTILIZADA PARA LAS  
PRUEBAS**

## ANEXO II: ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS A BORDO

### 2.1 Inversor de Potencia<sup>78</sup>

<b>Marca:</b>	POWER EXPRESS
<b>Máxima potencia continua</b>	1000 vatios
<b>Subida de Tensión</b>	2000 vatios
<b>Eficiencia óptima</b>	90%
<b>Entrada de tensión</b>	11-15VDC
<b>forma de onda</b>	Onda sinusoidal modificada
<b>Voltaje</b>	110V AC RMS +/- 10%
<b>Frecuencia</b>	60Hz +/- 2%
<b>Cierre por batería baja</b>	Si
<b>Aluminio anodizado</b>	Proporciona durabilidad y disipación de calor máxima
<b>Ventilador</b>	Alta velocidad de enfriamiento

### 2.2 Flujoímetro de Combustible<sup>79</sup>

<b>Marca</b>	BIO-TECH
<b>Principio de Medición</b>	Turbina
<b>Principio del sensor</b>	Efecto Hall
<b>Forma de onda de salida</b>	NPN colector abierto
<b>Rango de Fluido</b>	0.05 – 8.0 L/min (Con H <sub>2</sub> O a 22°C)
<b>Boquilla</b>	D= 4.5 mm
<b>Salida</b>	1800 imp/L (con agua a 20°C)
<b>Viscosidad</b>	1 – 20 mPas
<b>Precisión</b>	±2% bajo las mismas condiciones operativas
<b>Repetitividad de la respuesta de frecuencia</b>	< 0.5% bajo las mismas condiciones operativas
<b>Máximo rango de presión</b>	1-50 bar
<b>Rango de Temperatura</b>	-10 °C – 90 °C
<b>Puerto de conexión</b>	2 x G 1/8"
<b>Materiales</b>	Aluminio Eloxado, Rotor de aluminio
<b>Alimentación de Voltaje</b>	5 – 24 VDC (15 mA)

<sup>78</sup> Manual de Usuario POWER EXPRESS

<sup>79</sup> www.btflowmeter.com

(Continuación)

<b>Corriente de salida</b>	25 mA máx.
<b>Peso</b>	180 gramos
<b>Dimensiones</b>	Largo=60 x Ancho=50 x Espesor=53 mm
<b>Constante de Conversión</b>	
Flujómetro 1 (Pulsos/litro)	Flujómetro 2 (Pulsos/litro)
1200	1400

### 2.3 Escáner Carman Scan<sup>80</sup>

<b>Cobertura</b>	autos desde 1994 hasta el presente
<b>Comunicación con protocolos</b>	OBDII (ISO 9141, ISO 14230) SAE-J1850, KWP-2000, CAN BUS, SAE-J1587
<b>Sistema</b>	128 SD-RAM, 128 MB CF Card O/S
<b>Disco duro</b>	40GB
<b>Pantalla</b>	LCD de 7", Touch screen, salida VGA
<b>Osciloscopio</b>	de 4 canales, multímetro, analizador de forma de onda de secundario
<b>Comunicación</b>	USB 1.1, USB 2.0, LAN, RS-232
<b>Teclado</b>	de 4 direcciones, 6 teclas de funciones
<b>Batería inteligente</b>	Li-ion, 1 hora de duración
<b>WINDOWS CE.NET</b>	menú de ayuda guiada Comunicación para Internet
Búsqueda, grabado y transmisión de datos	
Diagramas, esquemas, ilustraciones, ayudas para diagnóstico en pantalla	
Cobertura 1996-2006, MOTOR, ABS, ARIBAG, TRANSMISION, BODY, ASC, ECS, A/C, TCS, EPS	
<b>Marcas de Vehículos con los que trabaja el Equipo</b>	
<b>Origen</b>	<b>Marcas</b>
Vehículo Asiáticos	Hyundai, Kia, Daewoo, Ssangyong, Toyota, Nissan, Infinity, Honda, Acura, Izusu, Daihatsu, Mitsubishi, Subaru, Mazda, Lexus
Vehículos Europeos	Mercedes Benz, BMW, Volkswagen, Opel, Land Rover, Fiat, Peugeot, Audi, Renault, Citroën, Sert
Vehículos Americanos	GM, Ford, Crysler, Jeep

<sup>80</sup> Manual de Usuario Carman Scan VG<sup>+</sup>

2.4 Analizador de gases NGA 6000<sup>81</sup>

<b>Ítem de medición</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , LAMBDA (proporción de exceso de aire), AFR, NO <sub>x</sub> (opcional)			
<b>Método de medición</b>	CO, HC, CO <sub>2</sub> : Método NDIR O <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> : Celdas Electroquímicas			
<b>Rango de Medición</b>	CO	0.00 – 9.99%	HC	0.00 – 9999 ppm
<b>Resolución</b>		0.01%		1 ppm
<b>Display</b>		LED 4 dígitos 7 segmentos		LED 4 o 5 dígitos 7 segmentos
<b>Rango de Medición</b>	CO <sub>2</sub>	0.00 – 20.0%	O <sub>2</sub>	0.00 – 25.00%
<b>Resolución</b>		0.1%		0.01%
<b>Display</b>		LED 4 dígitos 7 segmentos		LED 4 dígitos 7 segmentos
<b>Rango de Medición</b>	LAMBDA	0 – 2.000	AFR	0.0 – 99
<b>Resolución</b>		0.001		0.1
<b>Display</b>		LED 4 dígitos 7 segmentos		LED 4 dígitos 7 segmentos
<b>Rango de Medición</b>	NO <sub>x</sub> (opcional)	0 – 5000 ppm		
<b>Resolución</b>		1 ppm		
<b>Display</b>		LED 4 dígitos 7 segmentos		
<b>Repetitividad</b>	Menor ± 2% FS			
<b>Tiempo de respuesta</b>	Dentro de 10 segundos (más del 90%)			
<b>Tiempo de calentamiento</b>	Alrededor 2 – 8 minutos			
<b>Cantidad de muestra recogida</b>	4 – 6 L/min	<b>Poder</b>	220 V AC , 110 V AC ±10% 50 – 60 Hz	
<b>Temperatura de operación</b>	0 – 40 °C	<b>Consumo de poder</b>	Alrededor de 50 W	

<sup>81</sup> Manual de Usuario Nextech NGA 6000

(Continuación)

<b>Dimensiones</b>	420 (W), 298 (D), 180 (H) mm	<b>Peso</b>	Alrededor de 6.9 Kg
<b>Accesorios básicos</b>	Sonda, manguera de la sonda, fusible de repuesto, tapa de prueba de fugas, filtro de repuesto, Manual de operación, cable de poder, cable de tierra, cable de comunicación, impresora y papel de impresora.		

2.4 GPS<sup>82</sup>

<b>Físicas</b>	
<b>Carcasa</b>	Aleación de plástico de elevada resistencia a los impactos y totalmente sellada, resistente al agua según los estándares IPX7 (resistente al agua a 1 metro durante 30 minutos)
<b>Tamaño</b>	11,2 cm alto x 5,1 cm ancho x 3 cm prof. (4,4" x 2" x 1,2")
<b>Peso</b>	Aprox. 150 g (5,3 OZ) con pilas
<b>Rango de temperaturas</b>	De -15° a 70°C (de 5° a 158°F)
<b>Rendimiento</b>	
<b>Receptor</b>	Compatible con WAAS, de alta sensibilidad
<b>Tiempo de adquisición</b>	Aprox. 3 segundos (inicio en caliente), aprox. 32 segundos (inicio en tibio), aprox. 39 segundos (inicio en frío)
<b>Frecuencia de actualización</b>	1/segundo, continua
<b>Precisión GPS</b>	< 10 metros (33 pies) RMS1
<b>Precisión DGPS (WAAS):</b>	3 metros (10 pies), 95% típica con correcciones DGPS2
<b>Precisión de la velocidad</b>	0,1 nudos RMS en estado estable
<b>Dinámica</b>	Cumple las especificaciones hasta 6 g
<b>Interfaces</b>	NMEA 0183 (versiones 2.00-3.0), RTCM 104 (para correcciones DGPS) y RS-232 para interfaz con equipo informático
<b>Antena</b>	Integrada
<b>Alimentación</b>	
<b>Entrada</b>	Dos pilas AA de 1,5 voltios, adaptador de alimentación externo
<b>Duración de las pilas</b>	Hasta 17 horas en condiciones normales de uso

<sup>82</sup> Manual de usuario Etrex Garmin

### 2.5 Display (Monitor de flujo)<sup>83</sup>

<b>Tacómetro</b>	8 dígitos del punto decimal, automático, de acuerdo con la exactitud seleccionada
<b>Contador de impulsos</b>	8 dígitos decimales (precisión programable)
<b>Fuente de alimentación</b>	batería de litio interna: 3,6 V / 1,2 Ah (la vida media de la batería es 5 años)
<b>iluminación de la pantalla</b>	LED (iluminación de la pantalla debe ser utilizado con una tensión externa de 5 – 24 VDC)
<b>Conexión eléctrica</b>	Terminal de tornillo, tornillo Phillips combinación P, tamaño 1  Máx. Sección de conexión de 2 x 1,5mm <sup>2</sup> Min. Sección de conexión de 2 x 0,2 mm <sup>2</sup>
<b>Dimensiones</b>	del frontal 36 mm x 72 mm  Profundidad total de 38,5 mm
<b>Montaje</b>	En panel frontal con bastidor de sujeción, el corte del panel frontal según la norma DIN 43700 de 33 mm x 68 mm 0,6 0,7 El espesor del panel frontal de 0,8 mm a 6 mm
<b>Peso</b>	95 g

<sup>83</sup> <http://www.btfloflowmeter.com/en/products/digitalflowmeter-digital-flowmeter-flow-monitors-flow-controllers-series-ars-260-261/flow-monitors-flow-controllers-flow-indicator-fuel-flow-indicator.html>

## ANEXO III: HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO

<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		N° _____
		FECHA: XX/XX/XXXX
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: _____ PLACAS: _____ MARCA: _____ MODELO: _____ AÑO: _____ NUMERO DE PASAJEROS: _____	CILINDRADA: _____ TIPO DE COMBUSTIBLE: _____ TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: _____ TIPO DE TRANSMISIÓN: _____	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:		
_____		
_____		
FUGAS DE GASES DE ESCAPE:                      SI _____                      NO _____ FUGAS DE FLUIDOS:                                      SI _____                      NO _____ ESTADO NEUMATICOS: _____		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE: _____  PRESENCIA DE LLUVIA SI: ___ NO: ___	TIPO DE RUTA: _____ HORA: _____ DURACIÓN DE LA PRUEBA: _____ VELOCIDAD PROMEDIO: _____ KM RECORRIDOS: _____	
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>6. PERSONAS A CARGO</b>	
PULSOS IDA: _____ PULSOS RETORNO _____	1. _____ 2. _____ 3. _____	
<b>7. OBSERVACIONES</b>		
_____		
_____		



**ANEXO IV: HOJAS DE REGISTRO LLENAS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS**



<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		N°2
		FECHA: 12/04/2010
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u> PLACAS: <u>POG-033</u> MARCA: <u>PEUGEOT</u> MODELO: <u>206</u> AÑO: <u>2005</u> NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>	CILINDRADA: <u>1,4</u> TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u> TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u> TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:  <u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>  FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI <u>    </u> NO <u>X</u> FUGAS DE FLUIDOS: SI <u>    </u> NO <u>X</u> ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>18 °C</u>  PRESENCIA DE LLUVIA SI: <u>    </u> NO: <u>X</u>	TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u> HORA: <u>14:00</u> DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>97 min.</u> VELOCIDAD PROMEDIO: <u>27.4 km/h</u> KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>	
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>6. PERSONAS A CARGO</b>	
PULSOS IDA: <u>137124</u> PULSOS RETORNO: <u>111313</u>	1. <u>EDWIN ALBAN</u> 2. <u>JONNY LOPEZ</u> 3. <u>                                </u>	
<b>7. OBSERVACIONES</b>		
<hr/> <hr/> <hr/>		

<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		Nº3
		FECHA: 13/04/2010
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u> PLACAS: <u>POG-033</u> MARCA: <u>PEUGEOT</u> MODELO: <u>206</u> AÑO: <u>2005</u> NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>	CILINDRADA: <u>1,4</u> TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u> TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u> TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:		
<u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>		
FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI _____ NO <u>X</u> FUGAS DE FLUIDOS: SI _____ NO <u>X</u> ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>20 °C</u>  PRESENCIA DE LLUVIA SI: ___ NO: <u>X</u>		TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u> HORA: <u>09:30</u> DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>105 min.</u> VELOCIDAD PROMEDIO: <u>26,2 km/h</u> KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		<b>6. PERSONAS A CARGO</b>
PULSOS IDA: <u>169342</u> PULSOS RETORNO: <u>138455</u>		1. <u>EDWIN ALBAN</u> 2. <u>JONNY LOPEZ</u> 3. _____
<b>7. OBSERVACIONES</b>		
_____ _____ _____		

<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		N°4	
		FECHA: 13/04/2010	
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>			
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u> PLACAS: <u>POG-033</u> MARCA: <u>PEUGEOT</u> MODELO: <u>206</u> AÑO: <u>2005</u> NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>		CILINDRADA: <u>1,4</u> TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u> TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u> TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>			
CONDICIONES MECÁNICAS:			
<u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>			
FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> FUGAS DE FLUIDOS: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>			
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>19 °C</u>		TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u>	
PRESENCIA DE LLUVIA SI: <input type="checkbox"/> NO: <input checked="" type="checkbox"/>		HORA: <u>14:00</u>	
		DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>100 min.</u>	
		VELOCIDAD PROMEDIO: <u>26,9 km/h</u>	
		KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>	
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		<b>6. PERSONAS A CARGO</b>	
PULSOS IDA: <u>156345</u>		1. <u>EDWIN ALBAN</u>	
PULSOS RETORNO: <u>127620</u>		2. <u>JONNY LOPEZ</u>	
		3. _____	
<b>7. OBSERVACIONES</b>			
_____			
_____			
_____			



<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		N°6
		FECHA: 14/04/2010
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u> PLACAS: <u>POG-033</u> MARCA: <u>PEUGEOT</u> MODELO: <u>206</u> AÑO: <u>2005</u> NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>	CILINDRADA: <u>1,4</u> TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u> TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u> TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:		
<u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>		
FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI ____ NO <u>X</u> FUGAS DE FLUIDOS: SI ____ NO <u>X</u> ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>21 °C</u>		TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u>
PRESENCIA DE LLUVIA SI: ____ NO: <u>X</u>		HORA: <u>14:00</u>
		DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>94 min.</u>
		VELOCIDAD PROMEDIO: <u>28,8 km/h</u>
		KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		<b>6. PERSONAS A CARGO</b>
PULSOS IDA: <u>124725</u>		1. <u>EDWIN ALBAN</u>
PULSOS RETORNO: <u>100724</u>		2. <u>JONNY LOPEZ</u>
		3. _____
<b>7. OBSERVACIONES</b>		
_____ _____ _____		

HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO		N°7
		FECHA: 15/04/2010
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u> PLACAS: <u>POG-033</u> MARCA: <u>PEUGEOT</u> MODELO: <u>206</u> AÑO: <u>2005</u> NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>	CILINDRADA: <u>1,4</u> TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u> TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u> TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:		
<u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>		
FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI <u>    </u> NO <u>X</u> FUGAS DE FLUIDOS: SI <u>    </u> NO <u>X</u> ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>17 °C</u>		TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u>
PRESENCIA DE LLUVIA SI: <u>    </u> NO: <u>X</u>		HORA: <u>09:30</u>
		DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>88 min.</u>
		VELOCIDAD PROMEDIO: <u>28,6 km/h</u>
		KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		<b>6. PERSONAS A CARGO</b>
PULSOS IDA: <u>126949</u>		1. <u>EDWIN ALBAN</u>
PULSOS RETORNO: <u>102741</u>		2. <u>JONNY LOPEZ</u>
		3. <u>                                </u>
<b>7. OBSERVACIONES</b>		
_____ _____ _____		



<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		N°8
		FECHA: 15/04/2010
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u>	CILINDRADA: <u>1,4</u>	
PLACAS: <u>POG-033</u>	TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u>	
MARCA: <u>PEUGEOT</u>	TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u>	
MODELO: <u>206</u>	TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
AÑO: <u>2005</u>		
NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>		
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:		
<u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>		
FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI <u>    </u> NO <u>X</u>		
FUGAS DE FLUIDOS: SI <u>    </u> NO <u>X</u>		
ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>		<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>19 °C</u>		TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u>
PRESENCIA DE LLUVIA SI: <u>    </u> NO: <u>X</u>		HORA: <u>14:00</u>
		DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>86 min.</u>
		VELOCIDAD PROMEDIO: <u>28,2 km/h</u>
		KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>		<b>6. PERSONAS A CARGO</b>
PULSOS IDA: <u>121835</u>		1. <u>EDWIN ALBAN</u>
PULSOS RETORNO: <u>98395</u>		2. <u>JONNY LOPEZ</u>
		3. <u>                    </u>
<b>7. OBSERVACIONES</b>		

<b>HOJA DE REGISTRO PARA LA PRUEBA A BORDO</b>		N°9
		FECHA: 16/04/2010
<b>1. DATOS DEL VEHÍCULO</b>		
TIPO DE VEHÍCULO: <u>SEDAN</u> PLACAS: <u>POG-033</u> MARCA: <u>PEUGEOT</u> MODELO: <u>206</u> AÑO: <u>2005</u> NUMERO DE PASAJEROS: <u>5</u>	CILINDRADA: <u>1,4</u> TIPO DE COMBUSTIBLE: <u>EXTRA</u> TIPO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE: <u>INYECCION ELECT.</u> TIPO DE TRANSMISIÓN: <u>MANUAL</u>	
<b>2. ESTADO MECANICO DEL VEHICULO</b>		
CONDICIONES MECÁNICAS:		
<u>SENSOR DE OXÍGENO DAÑADO</u>		
FUGAS DE GASES DE ESCAPE: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> FUGAS DE FLUIDOS: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> ESTADO NEUMATICOS: <u>BUENOS</u>		
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>4. ASPECTOS GENERALES</b>	
TEMPERATURA AMBIENTE: <u>20 °C</u>  PRESENCIA DE LLUVIA SI: <input type="checkbox"/> NO: <input checked="" type="checkbox"/>	TIPO DE RUTA: <u>RUTA QUITO</u> HORA: <u>09:30</u> DURACIÓN DE LA PRUEBA: <u>98 min.</u> VELOCIDAD PROMEDIO: <u>30,1 km/h</u> KM RECORRIDOS: <u>35,2 km</u>	
<b>5. CONSUMO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>6. PERSONAS A CARGO</b>	
PULSOS IDA: <u>138159</u> PULSOS RETORNO: <u>112191</u>	1. <u>EDWIN ALBAN</u> 2. <u>JONNY LOPEZ</u> 3. _____	
<b>7. OBSERVACIONES</b>		
_____ _____ _____		



**ANEXO V: DATOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS EN EL  
TIEMPO**

## ANEXO V

## 5.1 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 1

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	0	334	11,547	244
10	2,35	366	10,347	773
20	2,30	367	10,947	407
30	2,19	333	11,447	300
40	2,14	341	11,647	306
50	3,39	346	11,647	398
60	1,21	326	6,847	46
70	2,60	382	9,847	469
80	2,34	392	8,347	59
90	2,36	364	9,147	26
100	2,91	409	9,247	327
110	2,40	383	9,547	92
120	3,22	443	9,547	294
130	0,20	395	10,447	66
140	2,33	349	10,147	18
150	3,16	381	10,047	285
160	3,60	340	10,347	298
170	3,88	398	11,547	461
180	3,39	385	8,047	41
190	2,84	413	9,747	32
200	1,52	403	4,247	41
210	2,57	424	9,447	20
220	0,01	375	6,347	319
230	2,00	334	8,547	30

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	0,20	424	9,147	13
250	0,95	455	8,747	26
260	2,83	482	8,847	23
270	2,56	492	8,847	13
280	3,90	496	10,747	15
290	2,60	413	11,147	200
300	2,40	375	11,347	40
310	3,13	340	3,147	25
320	1,12	419	10,747	76
330	2,64	424	10,847	80
340	3,44	377	10,247	24
350	3,73	462	9,247	35
360	1,95	470	8,847	29
370	1,94	484	8,847	34
380	2,95	490	8,847	200
390	2,87	490	10,647	389
400	3,20	450	10,947	396
410	3,40	408	11,247	420
420	3,98	360	11,647	362
430	3,94	322	6,047	25
440	4,15	304	7,947	26
450	4,12	336	9,147	18
460	3,64	428	9,147	14
470	3,73	467	8,947	26

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	3,57	431	10,847	660
490	3,94	392	10,847	326
500	2,17	351	10,647	359
510	2,33	386	10,847	733
520	2,41	383	10,347	66
530	3,44	431	9,647	39
540	3,82	456	9,447	29
550	2,58	458	9,247	29
560	2,67	478	9,047	28
570	2,71	491	9,147	676
580	3,28	413	11,347	392
590	4,02	383	11,547	444
600	3,94	337	10,847	429
610	2,25	326	10,047	31
620	2,85	398	10,247	78
630	1,15	443	9,847	39
640	2,82	452	9,147	43
650	3,76	478	9,047	31
660	3,72	484	9,147	33
670	2,94	445	11,047	456
680	2,69	365	10,947	36
690	1,34	387	9,847	773
700	4,17	430	10,647	368
710	2,15	332	10,147	63

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	4,15	318	9,447	18
730	2,38	375	9,447	17
740	2,59	473	9,147	48
750	2,64	460	9,147	42
760	3,65	472	9,147	40
770	3,83	491	9,047	27
780	3,60	498	8,947	29
790	1,12	498	9,347	528
800	2,30	385	11,047	628
810	2,34	423	9,747	41
820	2,46	427	9,147	32
830	3,04	465	9,347	650
840	3,68	464	9,747	938
850	0	338	10,547	384
860	2,40	381	11,747	597
870	2,33	381	11,547	358
880	3,64	459	9,747	437
890	3,16	348	10,647	428
900	2,30	357	11,547	677
910	2,22	356	11,547	577
920	2,18	353	11,647	403
930	2,17	347	11,647	394
940	3,15	342	11,647	378
950	3,26	344	11,647	373

## (Continuación Prueba 1)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	2,94	337	11,647	362
970	2,64	334	11,047	778
980	2,32	366	10,847	543
990	2,32	348	11,347	504
1000	2,56	359	11,347	422
1010	2,42	396	11,047	530
1020	2,50	383	11,247	487
1030	2,21	336	9,247	53
1040	4,15	295	1,147	41
1050	3,94	408	9,247	33
1060	3,16	403	10,347	539
1070	3,87	412	10,747	439
1080	3,59	445	10,047	17
1090	3,71	437	8,947	17
1100	4,00	452	8,747	524
1110	3,83	416	9,747	1000
1120	3,26	362	11,247	529
1130	3,35	348	11,447	605
1140	3,45	345	11,347	477
1150	2,25	318	9,247	38
1160	2,48	359	9,147	29
1170	2,83	379	9,147	63
1180	1,69	389	9,747	602
1190	2,69	394	11,047	23
1200	1,56	391	9,347	30
1210	1,87	432	8,747	353

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	1,48	382	10,647	505
1230	1,96	448	9,347	47
1240	2,76	433	8,947	35
1250	2,77	458	9,247	528
1260	2,76	421	10,047	823
1270	2,89	388	10,847	741
1280	2,13	356	6,747	53
1290	0	250	2,047	44
1300	1,92	264	8,147	52
1310	1,11	196	1,247	86
1320	1,11	179	1,347	44
1330	1,52	436	4,547	23
1340	0,54	303	0,67	20
1350	2,15	285	4,547	36
1360	3,32	226	8,147	3
1370	2,15	195	6,647	27
1380	2,21	478	8,347	46
1390	3,41	245	6,847	10
1400	2,48	226	6,647	14
1410	3,60	212	8,447	402
1420	2,26	292	5,247	82
1430	1,13	398	1,17	53
1440	0,95	396	1,07	4
1450	1,00	420	1,247	82
1460	0,15	282	1,57	39
1470	1,65	279	3,147	375

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	2,28	287	9,247	23
1490	3,40	308	7,847	19
1500	0,94	212	0,77	40
1510	0	394	1,947	45
1520	0,64	412	0,77	40
1530	3,07	408	7,847	19
1540	1,28	412	9,247	33
1550	2,18	308	7,847	19
1560	0,49	312	0,77	50
1570	0	304	1,947	55
1580	0,15	295	1,67	34
1590	2,12	225	4,047	30
1600	0	212	8,547	21
1610	3,15	190	9,047	317
1620	2,60	196	9,147	37
1630	0	262	3,947	36
1640	1,43	268	9,347	24
1650	2,13	348	9,947	22
1660	1,15	416	8,747	29
1670	0	420	9,347	45
1680	1,41	319	10,047	39
1690	1,87	402	9,347	21
1700	1,74	473	8,747	21
1710	1,93	494	10,747	94
1720	1,92	418	10,447	28
1730	1,38	382	10,147	40

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	0	340	1,047	53
1750	1,37	326	9,747	2
1760	1,90	443	9,547	25
1770	1,80	404	9,447	47
1780	2,60	496	9,147	730
1790	0	344	9,347	39
1800	1,16	348	9,647	24
1810	1,73	444	9,147	21
1820	1,61	467	9,047	28
1830	1,76	488	9,047	30
1840	1,85	494	9,047	51
1850	1,88	499	9,147	91
1860	1,50	500	10,147	562
1870	1,80	428	10,947	82
1880	0,46	481	10,947	81
1890	0	354	9,747	96
1900	0,63	385	11,247	64
1910	1,10	396	11,447	373
1920	1,29	398	11,647	428
1930	1,21	388	11,647	426
1940	1,15	348	11,747	368
1950	1,25	356	11,747	96
1960	2,22	345	10,147	78
1970	2,35	346	11,247	485
1980	2,19	377	5,347	57
1990	1,68	299	9,047	26

## (Continuación Prueba 1)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	1,53	389	11,347	425
2010	1,52	401	11,447	388
2020	1,11	324	8,747	60
2030	1,46	373	11,047	569
2040	1,49	376	11,447	440
2050	1,20	368	9,247	53
2060	1,50	363	11,147	442
2070	2,15	373	11,347	361
2080	1,95	327	5,647	234
2090	1,34	296	8,947	23
2100	1,40	413	9,247	28
2110	1,80	457	8,947	449
2120	3,71	413	11,047	802
2130	3,53	396	11,347	74
2140	3,50	375	11,047	524
2150	3,11	324	11,147	39
2160	3,45	377	11,247	493
2170	2,59	394	11,447	536
2180	3,95	306	7,647	61
2190	2,77	400	9,347	25
2200	2,77	450	9,047	21
2210	2,82	468	8,947	43
2220	2,95	479	8,847	39
2230	1,79	447	10,847	649
2240	1,48	396	11,547	402
2250	1,38	388	11,447	495

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	1,12	344	6,647	89
2270	1,10	309	9,047	26
2280	2,55	395	9,947	32
2290	2,44	401	11,047	499
2300	1,98	398	11,347	497
2310	3,44	387	11,547	441
2320	2,54	376	11,547	506
2330	2,24	342	7,847	42
2340	2,21	430	10,847	545
2350	1,34	495	10,847	51
2360	1,68	364	10,747	600
2370	1,68	366	11,547	414
2380	1,40	369	9,647	75
2390	1,30	326	5,447	40
2400	2,58	359	9,347	27
2410	2,79	407	10,147	525
2420	3,15	404	11,347	512
2430	3,94	402	11,447	671
2440	2,60	396	10,947	485
2450	1,50	403	10,947	644
2460	1,64	404	11,247	538
2470	1,10	401	9,047	483
2480	0,98	388	11,247	719
2490	1,68	383	11,347	409
2500	1,90	374	11,347	622
2510	2,42	374	11,547	475

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	2,95	366	11,547	463
2530	3,15	371	8,647	320
2540	2,76	411	9,147	46
2550	2,88	415	9,247	1033
2560	2,54	382	11,047	405
2570	1,12	379	11,347	491
2580	1,98	366	11,347	415
2590	1,12	364	11,447	343
2600	0,80	367	11,447	414
2610	1,15	362	11,447	388
2620	1,94	358	11,447	322
2630	2,30	358	11,447	425
2640	2,41	351	11,447	286
2650	2,65	314	9,047	31
2660	3,34	359	9,247	29
2670	3,70	406	8,847	31
2680	3,77	432	8,747	45
2690	3,70	389	10,147	567
2700	2,60	380	11,147	408
2710	2,62	380	11,247	619
2720	2,15	385	11,147	433
2730	2,75	380	11,047	359
2740	3,61	348	10,247	601
2750	3,77	392	10,747	639
2760	3,95	392	11,047	395
2770	3,54	393	10,347	47

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	2,81	431	10,347	45
2790	3,00	397	10,547	290
2800	2,77	393	8,047	360
2810	3,45	402	10,347	455
2820	0	293	0,547	271
2830	2,24	291	9,047	37
2840	3,91	454	8,947	73
2850	4,02	455	10,447	672
2860	3,23	396	8,647	149
2870	4,16	384	10,247	233
2880	4,06	404	10,447	549
2890	4,09	426	10,747	401
2900	3,09	428	10,747	598
2910	2,76	420	10,847	320
2920	2,85	385	10,747	584
2930	2,24	369	4,047	80
2940	2,50	328	9,947	364
2950	2,78	383	10,447	922
2960	2,55	378	10,747	302
2970	2,58	362	10,547	530
2980	3,22	450	10,547	416
2990	2,56	408	10,247	382
3000	0	291	1,247	83
3010	2,44	293	9,147	85
3020	2,96	383	10,447	676
3030	2,30	347	11,347	372

## (Continuación Prueba 1)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	2,22	339	11,347	335
3050	2,21	333	11,447	310
3060	2,29	334	11,347	307
3070	2,26	330	11,247	272
3080	2,33	361	11,147	379
3090	2,50	345	11,147	430
3100	2,13	345	3,847	57
3110	2,65	345	9,547	290
3120	2,81	372	10,447	371
3130	2,94	392	10,547	250
3140	2,80	391	10,547	628
3150	2,36	394	7,947	59
3160	3,06	398	10,147	236
3170	2,61	396	6,147	47
3180	2,23	354	3,947	31
3190	0	300	1,47	39
3200	0,98	277	0,77	25
3210	1,12	270	0,77	26
3220	2,42	363	7,747	21
3230	0,64	307	7,947	236
3240	3,15	482	6,847	0
3250	2,01	233	6,447	4
3260	2,17	266	6,347	10
3270	4,64	282	6,347	21
3280	3,16	259	8,247	419
3290	2,78	261	10,247	670

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	2,40	319	10,947	687
3310	2,12	304	2,347	61
3320	1,12	311	0,97	41
3330	0	297	0,57	36
3340	3,60	397	0,647	6
3350	3,95	345	6,547	13
3360	3,15	360	6,547	15
3370	3,96	391	6,347	19
3380	3,12	398	6,247	39
3390	3,64	350	8,047	89
3400	0,92	371	1,37	59
3410	4,44	301	8,847	19
3420	5,91	322	6,947	0
3430	3,48	440	6,747	41
3440	3,37	393	8,647	263
3450	2,81	287	10,047	55
3460	0,94	228	3,947	54
3470	0	412	3,947	35
3480	0,96	314	5,947	301
3490	4,31	464	9,547	302
3500	2,80	469	7,447	75
3510	2,14	326	6,947	35
3520	0	332	1,547	270
3530	2,72	346	9,047	35
3540	3,31	404	9,847	373
3550	2,86	400	10,547	272

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	2,37	387	11,147	795
3570	2,46	371	11,347	638
3580	1,12	299	1,47	43
3590	1,25	306	7,847	34
3600	2,47	169	9,747	313
3610	2,30	364	6,447	36
3620	2,91	425	6,247	30
3630	2,17	381	1,347	25
3640	1,12	299	0,547	33
3650	2,78	382	10,247	413
3660	2,30	382	11,147	402
3670	2,12	351	11,547	356
3680	2,35	334	11,547	323
3690	2,37	340	11,447	52
3700	2,81	346	11,347	211
3710	2,14	345	7,747	57
3720	2,18	297	9,547	62
3730	3,21	300	8,047	37
3740	2,78	423	8,947	21
3750	3,04	433	10,547	341
3760	2,76	398	10,647	72
3770	3,15	340	1,947	40
3780	3,94	341	1,047	27
3790	1,15	289	2,147	93
3800	2,75	335	8,647	27
3810	2,14	301	6,347	28

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	3,29	459	9,947	230
3830	2,46	405	9,547	390
3840	3,51	436	10,147	296
3850	2,55	364	10,047	501
3860	2,90	404	7,847	684
3870	2,70	363	10,247	505
3880	1,12	331	2,247	38
3890	2,64	289	0,77	29
3900	3,89	279	0,67	26
3910	3,05	326	6,147	5
3920	2,64	371	8,447	19
3930	3,52	451	8,747	33
3940	3,58	396	9,047	61
3950	2,98	300	9,047	31
3960	3,19	291	8,747	42
3970	2,95	203	8,847	29
3980	2,99	320	8,747	32
3990	3,15	196	8,747	33
4000	2,97	226	8,847	25
4010	2,86	284	8,847	23
4020	2,52	246	8,847	27
4030	2,94	319	8,847	23
4040	2,78	420	8,847	21
4050	2,97	213	9,447	459
4060	2,21	366	9,647	31
4070	2,98	483	9,447	27



## (Continuación Prueba 1)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	3,14	490	9,047	37
4090	3,17	206	8,847	35
4100	2,71	215	8,747	26
4110	2,75	215	8,847	23
4120	3,27	271	10,047	60
4130	2,67	213	10,447	75
4140	2,52	206	8,747	54
4150	3,18	393	9,247	36
4160	2,42	462	10,247	84
4170	2,33	310	11,247	37
4180	2,60	320	11,247	52
4190	2,50	319	11,447	255
4200	3,46	323	7,51	262
4210	1,16	321	9,347	23
4220	2,91	441	9,347	19
4230	2,86	450	7,05	23
4240	3,10	469	9,147	528
4250	2,33	424	11,247	249
4260	2,50	421	11,547	386
4270	2,59	411	11,447	63
4280	1,15	350	10,247	26
4290	0,97	332	10,847	44
4300	2,48	371	11,047	293
4310	2,23	410	8,65	87
4320	2,11	323	9,147	25
4330	2,86	407	9,647	60

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	2,35	404	10,647	505
4350	2,27	364	11,447	293
4360	1,26	347	7,347	27
4370	3,48	312	7,55	25
4380	3,97	302	8,25	32
4390	2,84	466	9,647	30
4400	3,06	454	8,947	30
4410	3,32	512	9,247	231
4420	2,64	434	9,447	31
4430	2,56	477	9,047	31
4440	3,28	484	9,147	423
4450	2,23	395	10,647	69
4460	2,51	399	9,747	28
4470	2,55	450	9,147	26
4480	2,71	414	9,447	84
4490	2,74	401	10,047	39
4500	2,61	447	9,447	30
4510	2,99	470	9,447	492
4520	2,18	441	10,447	47
4530	2,44	406	10,147	24
4540	2,57	456	9,147	30
4550	2,78	467	9,247	772
4560	2,68	471	10,847	323
4570	2,13	367	10,847	43
4580	2,52	374	10,247	19
4590	2,90	459	9,447	32

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	2,88	464	9,147	43
4610	2,90	474	9,047	32
4620	2,90	481	9,147	39
4630	3,09	495	9,047	34
4640	2,95	497	9,147	508
4650	2,54	446	11,247	235
4660	2,53	433	11,347	257
4670	2,29	393	10,847	52
4680	1,16	348	7,947	72
4690	2,26	342	9,647	26
4700	2,35	382	9,647	21
4710	2,93	476	9,147	34
4720	2,74	483	9,047	33
4730	2,68	478	9,747	370
4740	2,73	438	10,547	91
4750	2,16	359	10,147	42
4760	0,96	321	7,447	190
4770	2,42	403	9,947	168
4780	2,94	443	9,947	362
4790	2,53	430	10,947	517
4800	2,36	376	11,447	304
4810	2,66	389	11,447	440
4820	2,17	354	11,447	416
4830	2,17	354	11,747	277
4840	2,17	352	11,847	254
4850	2,12	340	11,747	233

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	2,13	337	11,747	245
4870	2,13	336	11,747	249
4880	2,18	338	11,547	256
4890	2,21	340	9,547	91
4900	1,18	302	9,347	30
4910	3,87	278	7,55	232
4920	2,22	322	8,647	32
4930	2,91	408	9,547	375
4940	2,27	358	11,147	370
4950	2,16	346	11,547	396
4960	2,20	333	11,647	364
4970	2,76	336	11,347	302
4980	2,39	339	11,147	484
4990	2,37	337	11,347	271
5000	2,23	340	9,947	271
5010	2,53	351	10,847	345
5020	2,53	355	11,247	399
5030	2,44	350	11,347	434
5040	2,19	400	8,26	57
5050	3,53	427	8,247	277
5060	3,17	377	8,147	51
5070	1,13	312	8,8	624
5080	3,14	392	9,547	958
5090	2,17	330	6,047	763
5100	2,85	365	9,347	62
5110	2,83	455	10,047	423

## (Continuación Prueba 1)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5120	3,17	407	10,947	469
5130	1,18	347	7,047	50
5140	2,13	323	9,147	28
5150	3,20	399	9,447	324
5160	3,22	433	9,647	271
5170	3,14	414	9,847	306
5180	4,16	336	3,247	59
5190	2,21	315	9,747	35
5200	3,03	447	9,647	271
5210	4,50	443	9,747	52
5220	3,42	395	9,947	65
5230	2,31	380	10,547	64
5240	2,92	385	10,947	329
5250	2,20	311	6,747	81
5260	2,13	401	4,147	76
5270	2,20	317	9,347	29
5280	2,67	439	9,147	33
5290	3,83	479	8,847	448
5300	2,74	434	10,847	307
5310	2,75	406	11,047	417

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5320	2,12	342	1,347	66
5330	2,30	326	8,747	53
5340	2,79	380	10,147	415
5350	2,62	383	11,247	364
5360	2,23	337	7,047	75
5370	2,43	331	9,247	437
5380	2,45	378	11,147	335
5390	2,99	386	11,147	332
5400	1,18	309	5,847	45
5410	3,30	433	10,247	400
5420	2,24	339	7,447	57
5430	2,86	395	10,347	520
5440	3,06	404	11,047	420
5450	2,13	325	8,047	51
5460	2,84	426	9,647	562
5470	2,91	428	10,647	543
5480	2,17	339	6,947	84
5490	2,14	304	8,847	36
5500	3,54	443	9,547	237
5510	3,23	450	9,247	560

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5520	2,18	374	9,247	61
5530	3,20	479	9,447	328
5540	2,82	438	9,547	46
5550	2,50	461	9,247	70
5560	3,19	460	10,047	321
5570	3,03	467	10,047	86
5580	3,41	477	10,047	238
5590	3,24	480	9,947	366
5600	3,13	479	10,147	226
5610	3,06	479	9,747	562
5620	2,32	418	11,047	425
5630	2,14	375	10,947	520
5640	2,48	404	11,147	243
5650	3,87	340	10,347	91
5660	2,88	375	9,647	355
5670	2,72	392	10,047	458
5680	2,69	413	10,547	235
5690	2,82	452	10,047	71
5700	2,45	403	10,047	446
5710	2,95	451	9,947	70

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5720	2,54	455	9,247	40
5730	3,19	466	9,147	514
5740	2,79	456	11,147	343
5750	2,91	456	10,247	741
5760	2,50	400	10,747	377
5770	2,59	435	10,247	788
5780	3,20	467	10,547	53
5790	2,85	386	9,847	526
5800	3,25	426	10,247	768
5810	2,17	381	11,247	1195
5820	0,46	357	11,747	630
5830	0,25	339	11,747	426
5840	1,18	336	11,647	331
5850	2,27	337	11,547	414
5860	2,27	340	11,547	280
5870	3,32	344	11,447	281
5880	0,98	303	6,047	38
5890	2,15	294	5,41	35
5900	3,33	359	9,647	31

## ANEXO V

## 5.2 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 2

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	1,38	374	10,4	36
10	2,17	376	10,5	468
20	2,45	430	11,2	447
30	2,84	375	11,6	578
40	2,74	465	11,3	635
50	3,44	348	7,5	222
60	1,56	318	10	24
70	1,44	345	10,2	41
80	2,37	357	10,3	570
90	2,82	408	10,4	279
100	1,33	368	10,3	72
110	2,29	368	10,6	361
120	1,26	447	11,1	117
130	0,08	342	9,3	28
140	0,79	401	10,9	9
150	1,17	451	10,5	12
160	2,54	525	10,6	102
170	2,61	525	10,5	146
180	3	523	10,1	176
190	3,56	463	10,4	122
200	2,48	417	7,2	174
210	0,07	251	5,6	24
220	0	174	0,8	15
230	0,3	207	9,9	8

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	0,03	218	1,4	2
250	0,22	178	10,1	0
260	0,94	306	10,4	0
270	1,03	347	10,4	0
280	1,98	370	10,5	350
290	2,42	483	11,3	429
300	1,61	485	9,6	136
310	2,69	559	10,5	193
320	2,62	577	11,4	400
330	1,37	604	9,1	24
340	1,35	499	9,9	0
350	1,3	478	10,2	10
360	1,27	582	10,2	18
370	1,43	387	10,2	21
380	2,84	596	10,7	280
390	2,67	416	10,8	372
400	3,61	375	11,3	449
410	1,95	344	10,5	264
420	2,1	500	10,5	7
430	1,4	503	10,2	33
440	1,24	387	10,3	29
450	1,26	386	10,4	80
460	2,22	385	10,9	521
470	3,82	483	11,5	303

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	3,48	501	11,1	364
490	2,08	456	10,9	694
500	4,05	493	11,4	294
510	3,2	496	10,2	596
520	275	438	10,5	106
530	2,63	350	10,4	221
540	3,19	439	10,8	73
550	1,6	403	10	50
560	1,54	391	10,1	62
570	2,3	359	10,9	376
580	2,56	439	11	118
590	1,43	393	10,3	67
600	3	485	10,6	368
610	2,96	406	11	349
620	3,83	419	10,8	284
630	1,57	411	9,5	51
640	2,93	401	10,1	472
650	1,46	339	8,7	98
660	2,34	347	10,8	681
670	3,14	345	11,4	684
680	1,24	350	10,3	34
690	1,21	357	10,5	56
700	2,97	473	10,6	639
710	2,88	491	11	528

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,98	491	11	227
730	2,99	451	10,8	234
740	3,93	482	11,1	677
750	3,26	478	10,9	790
760	3,32	370	11	654
770	3,15	367	10,9	790
780	3,27	418	10,5	547
790	2,62	332	10,3	283
800	2,54	385	7,4	82
810	3,44	332	10,1	56
820	2,26	260	10	10
830	1,84	411	9,1	222
840	1,23	408	9,4	6
850	1,23	487	9,8	9
860	1,29	494	9,8	18
870	2,58	401	10,7	389
880	2,62	386	11	687
890	3,34	273	10,9	6,49
900	2,42	363	10,8	882
910	2,14	337	11,2	1082
920	2,15	428	11,2	1172
930	3,15	411	9,4	158
940	2,95	365	9,7	780
950	2,97	265	10,3	443

## (Continuación Prueba 2)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	3,42	256	10,6	607
970	2,84	342	9,9	79
980	2,84	254	9,9	824
990	3,8	275	10,5	306
1000	3,64	280	10	355
1010	3,58	280	10,3	551
1020	1,56	344	6,9	135
1030	0	229	3,5	34
1040	0	230	6,4	22
1050	0	210	1,4	12
1060	0	115	0,7	31
1070	0,04	65	9,1	1
1080	0,53	186	9,9	0
1090	2,35	265	10,3	183
1100	0	79	0,8	10
1110	2,35	265	10,3	183
1120	0	79	0,8	10
1130	0,18	116	9,4	1
1140	0,64	196	9,8	0
1150	0,75	242	9,9	13
1160	2,49	295	10,3	129
1170	0,07	137	1,3	14
1180	0	110	0,7	10
1190	0	115	0,5	5
1200	0	123	0,4	0
1210	0	126	2,1	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	0	117	2,9	78
1230	0,66	129	9,8	0
1240	1,77	265	10,2	66
1250	1,01	171	10,2	8
1260	3,51	545	8,3	0
1270	0,37	185	10,1	4
1280	1,25	366	10,1	11
1290	1,69	310	10,3	113
1300	1,67	355	9,1	0
1310	1,67	306	9,6	0
1320	1,63	302	9,6	8
1330	2,71	313	9,9	314
1340	0,41	211	3	14
1350	0	110	0,9	11
1360	0,33	137	9,1	0
1370	1,3	227	10,1	0
1380	1,4	375	9,8	0
1390	1,92	403	9,6	26
1400	2,19	385	10	206
1410	1,34	383	8,6	38
1420	2,92	423	9,1	0
1430	0,13	384	4,9	18
1440	0,15	269	8,7	12
1450	0,72	201	5,5	0
1460	1,35	378	9,6	0
1470	1,29	314	9,9	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	2,02	296	10,1	275
1490	2,1	350	7,5	69
1500	2,25	403	11,1	245
1510	0,73	265	9,6	47
1520	1,09	358	10,3	0
1530	2,97	311	10,4	382
1540	2,92	317	10,9	388
1550	0,84	225	10,4	28
1560	1,5	273	10,1	2
1570	1,46	387	9,9	14
1580	1,54	302	9,8	25
1590	1,54	305	9,9	28
1600	2,54	307	10,1	425
1610	2,5	308	10,9	577
1620	3,44	293	11	401
1630	3,45	298	10,8	515
1640	4,69	401	10,6	155
1650	3,35	407	10,5	412
1660	0,8	422	7,3	153
1670	0,58	280	10,7	29
1680	1,19	371	10,3	24
1690	2,92	283	10,4	503
1700	3,28	417	3,9	353
1710	1,57	293	9,7	117
1720	1,87	346	10,4	404
1730	1,93	357	10,5	229

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	1,29	556	5,7	122
1750	2,37	413	10,4	121
1760	3,32	1	10,8	270
1770	2,47	450	10,4	460
1780	2,57	262	10,4	589
1790	2,86	284	11	294
1800	1,65	295	6,6	86
1810	1,71	241	9,6	31
1820	1,38	372	9,8	37
1830	2,62	383	10	555
1840	3,86	490	10,7	160
1850	3,08	435	10,5	21
1860	1,66	398	9,8	39
1870	1,41	393	9,8	38
1880	1,4	288	9,8	38
1890	1,41	390	9,9	33
1900	1,49	293	9,9	28
1910	3,2	307	10,3	142
1920	1,89	315	9,6	42
1930	1,57	403	9,8	36
1940	1,53	400	9,9	26
1950	1,43	499	10,1	35
1960	1,4	397	10,1	28
1970	1,37	401	10,2	28
1980	2,32	356	10,2	552
1990	2,57	316	10,9	597

## (Continuación Prueba 2)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	3,28	305	11,1	293
2010	3,31	313	10,8	376
2020	3,59	353	10,8	230
2030	1,23	258	10,3	24
2040	1,88	270	10	4
2050	1,49	290	9,9	9
2060	1,4	296	9,9	23
2070	1,47	300	9,9	52
2080	3,01	452	10,1	356
2090	3,1	434	10,4	381
2100	2,55	422	11,1	502
2110	1,05	401	9,5	29
2120	4,04	559	10,1	110
2130	1,49	411	9,6	53
2140	1,76	400	9,9	105
2150	3,21	410	10,9	600
2160	3,16	305	11	462
2170	3,1	453	10,5	624
2180	1,97	330	8,7	68
2190	1,4	262	10,3	21
2200	1,45	278	10	37
2210	1,42	292	9,9	41
2220	1,46	299	9,9	38
2230	2,52	299	10,1	566
2240	2,83	302	10,7	472
2250	3,14	313	11	459

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	3,34	318	11	409
2270	3,09	314	10,9	288
2280	1,31	360	10	101
2290	2,71	343	10,7	630
2300	1,45	400	4,2	80
2310	0,54	177	9,5	28
2320	1,08	260	10,1	29
2330	2,72	409	10,3	547
2340	3,54	443	10,7	421
2350	2,99	497	40,8	651
2360	3,73	502	10,7	462
2370	3,65	408	10,6	493
2380	3,74	409	10,6	500
2390	3,79	357	10,1	415
2400	3,53	320	10,7	468
2410	0,51	279	7	141
2420	0,95	193	10,4	42
2430	1,41	275	9,8	49
2440	2,88	305	10,5	633
2450	2,97	399	11	553
2460	3,19	403	10,9	591
2470	3,51	405	10,8	442
2480	2,52	301	11	744
2490	2,82	294	11,2	693
2500	2,93	310	11	602
2510	3,18	294	10,9	670

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	3,54	294	10,8	530
2530	3,17	357	10,4	138
2540	2,09	320	9,6	91
2550	2,6	309	9,7	6,25
2560	3,23	403	10,5	713
2570	3,15	410	10,8	806
2580	3,24	288	10,8	812
2590	3,22	288	10,8	844
2600	3,1	286	10,9	873
2610	3,48	285	10,9	776
2620	1,37	245	9,6	82
2630	1,4	255	9,9	71
2640	2,39	279	102	521
2650	2,56	284	11,1	872
2660	4,85	333	10,5	328
2670	1,85	238	9,1	747
2680	2,16	245	9,4	733
2690	3,08	295	11	890
2700	3,74	285	10,5	358
2710	3,63	292	10,5	316
2720	3,28	527	7,2	39
2730	3,88	550	9,7	158
2740	3,4	308	10,6	507
2750	3,41	307	10,6	269
2760	0,09	169	5	170
2770	2,06	645	10,8	317

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	3,19	337	10,9	371
2790	2,33	332	10,8	347
2800	1,64	356	10,3	167
2810	3,57	467	10,5	316
2820	0,14	263	6,8	54
2830	1,2	382	9,5	37
2840	1,29	494	9,8	43
2850	1,38	403	9,8	42
2860	2,66	414	10,1	396
2870	3,79	418	10,9	581
2880	1,97	372	10,6	458
2890	3,47	394	10,7	396
2900	3,37	406	10,6	535
2910	3,54	406	10,5	394
2920	0	243	3	59
2930	2,7	373	10,4	516
2940	2,98	484	10,8	576
2950	3,18	339	9,4	474
2960	3,39	421	10,3	455
2970	2,87	345	10,3	552
2980	0	117	9,9	64
2990	0,95	209	10,2	33
3000	2,22	333	10,5	557
3010	2,65	356	10,9	823
3020	2,61	357	11,1	1050
3030	2,71	357	11,1	1075

## (Continuación Prueba 2)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	2,7	362	11	1071
3050	2,98	258	10,9	1067
3060	2,83	255	11	1170
3070	2,58	394	11,1	1262
3080	3,02	256	10,5	435
3090	0,27	120	4,3	84
3100	3,55	239	10,2	574
3110	3,52	276	10,5	364
3120	2,91	286	10,7	647
3130	1,53	201	8,8	201
3140	3,35	286	10,5	679
3150	2,54	279	10,3	50
3160	5,3	365	9,5	28
3170	1,17	237	3	28
3180	0	112	1	46
3190	0	91	2,5	72
3200	2,38	206	9,6	333
3210	0,64	297	7,1	54
3220	0,1	114	8,9	42
3230	2,76	468	10,9	430
3240	2,81	367	10,9	802
3250	3,81	269	10,6	413
3260	0,64	190	2,7	58
3270	0	101	1	39
3280	0	70	0,4	20
3290	0	61	2,3	55

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	0,46	114	9,9	5
3310	1,17	198	10,1	0
3320	1,19	348	9,7	4
3330	2,58	460	10	319
3340	0,7	309	3,9	13
3350	0	80	1,9	9
3360	0,5	123	6,1	7
3370	0,29	171	3,2	8
3380	2,26	231	9,7	112
3390	0,36	147	10,2	13
3400	0,51	263	9,1	7
3410	1,27	214	9,8	3
3420	1,34	360	9,9	19
3430	1,37	271	9,9	18
3440	1,38	275	9,9	19
3450	1,57	506	10	37
3460	2,84	502	10,5	65
3470	0	110	0,8	4
3480	1,66	417	9,5	0
3490	2,57	314	10,6	183
3500	3,1	274	9,5	47
3510	2,85	203	10,5	605
3520	2,85	257	11	587
3530	3,61	321	9	112
3540	1,5	204	10,3	50
3550	4,2	294	9,1	14

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	4,83	380	9,1	25
3570	4,62	423	9,1	42
3580	0	153	1,1	23
3590	0	102	0,7	12
3600	2,76	328	9,8	314
3610	2,75	366	10,5	534
3620	2,76	365	11,2	889
3630	0,39	165	10,9	36
3640	0,9	6	10,7	23
3650	1,9	250	10,1	612
3660	2,78	460	10,8	817
3670	3,11	363	11	881
3680	3,15	382	11	555
3690	3,46	395	10,8	375
3700	0,31	360	2,5	43
3710	0,16	258	8,5	15
3720	2,58	420	9,2	262
3730	2,93	328	9,9	426
3740	0,15	174	1,6	21
3750	0	105	0,7	16
3760	0	89	1,5	15
3770	0	81	7,9	13
3780	3,08	319	10,1	18
3790	2,29	299	10	288
3800	3,12	303	10,5	195
3810	3,38	367	10,5	296

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	2,72	373	9,7	189
3830	3,03	334	10,1	287
3840	3,8	328	10,3	750
3850	1,77	326	9,8	44
3860	1,5	506	9,7	38
3870	1,54	401	9,7	37
3880	1,63	403	9,7	33
3890	2,91	420	10,5	312
3900	1,3	489	4,9	89
3910	1,49	786	7,5	96
3920	3,47	950	9,9	634
3930	0	219	2,4	26
3940	0	210	0,7	9
3950	3,27	346	10,1	238
3960	2,49	484	8	1
3970	0,32	321	2,4	0
3980	0,44	272	9,3	0
3990	0,8	348	9,8	0
4000	1,16	272	10,1	13
4010	1,3	394	9,9	18
4020	1,37	399	9,9	18
4030	1,43	406	9,9	18
4040	3,07	411	10	348
4050	1,59	487	6,9	34
4060	1,31	239	9,8	0
4070	1,3	281	10	12

## (Continuación Prueba 2)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	1,32	395	9,9	17
4090	1,63	303	9,8	15
4100	1,64	305	9,8	19
4110	2,11	305	10	245
4120	2,9	325	10,8	254
4130	2,76	366	10,2	113
4140	1,63	327	10	37
4150	1,95	361	10,1	129
4160	1,89	277	10,4	24
4170	3,28	360	10,8	389
4180	2,63	352	10,8	326
4190	2,76	338	9,5	225
4200	1,47	256	10	0
4210	3,22	304	10	30
4220	1,6	305	10	32
4230	3,13	410	10,4	312
4240	2,85	422	11	468
4250	2,79	420	11,1	341
4260	2,14	432	9,5	14
4270	0,85	272	8,1	138
4280	2,5	270	10,1	55
4290	3,08	320	10,7	382
4300	1,11	305	10,7	63
4310	2,15	262	10,5	76
4320	3,17	399	10,7	673
4330	3,56	397	10,8	544

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	2,32	465	6,3	74
4350	1,62	400	8,8	79
4360	1,18	327	9,1	138
4370	2,42	427	9,2	149
4380	2,69	432	9,4	202
4390	1,34	290	9,3	18
4400	1,28	284	9,9	30
4410	1,45	287	10	31
4420	4,4	425	10,1	46
4430	2,53	348	9,6	36
4440	1,8	330	9,6	35
4450	2,99	316	9,9	389
4460	2,27	329	6,9	51
4470	1,07	346	9,7	14
4480	1,18	365	10,2	34
4490	1,25	387	10,1	26
4500	1,54	404	9,8	16
4510	1,84	416	9,6	17
4520	1,96	425	9,5	34
4530	3,28	441	10,3	283
4540	3,25	341	10,9	146
4550	0,67	350	10,5	29
4560	3,79	341	10,6	254
4570	1,8	398	5,6	76
4580	2,79	643	9,3	0
4590	1,75	490	9,5	6

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	1,66	447	9,9	21
4610	1,68	322	9,9	23
4620	2,18	324	9,7	21
4630	2,14	327	9,9	67
4640	3,03	339	10,6	459
4650	3,56	392	10,4	334
4660	3,21	462	10,8	287
4670	3,17	356	10,6	220
4680	3,19	450	10,3	270
4690	3,26	446	10,3	132
4700	3,16	428	10,8	584
4710	3,04	403	10,9	655
4720	3,32	394	10,9	612
4730	3,46	399	10,8	676
4740	3,45	497	10,9	677
4750	3,39	296	10,9	745
4760	2,53	379	10,6	181
4770	3,21	287	10,5	596
4780	0	132	6,6	103
4790	0,94	190	9,7	32
4800	2,31	335	10,1	515
4810	2,51	352	10,9	791
4820	3,01	355	11,2	800
4830	3,1	367	11	881
4840	3,5	471	11	765
4850	3,17	283	10,8	813

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	3,7	383	10,9	586
4870	4,26	332	10,5	200
4880	3,45	347	9,9	564
4890	3,14	400	10,4	508
4900	3,57	313	10,5	369
4910	1,99	357	8,9	86
4920	1,06	305	7,4	59
4930	2,17	300	9,8	41
4940	1,14	329	3,7	43
4950	0,74	205	6,7	115
4960	1,74	402	6	61
4970	1,91	301	9,8	371
4980	3,49	393	10,3	237
4990	2,72	402	10,8	755
5000	0,55	327	2,6	62
5010	1,59	435	10	117
5020	2,09	416	10,4	11
5030	2,15	406	9,7	33
5040	3,2	401	7,2	155
5050	0,14	310	4,5	28
5060	1,84	387	9,4	35
5070	3,05	375	9,8	197
5080	3,25	249	10,5	75
5090	3,2	282	10,6	453
5100	2,59	313	10,4	180
5110	1,67	338	8,3	16

## (Continuación Prueba 2)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5120	1,63	296	9,6	23
5130	2,34	296	9,8	349
5140	4,1	405	10,7	215
5150	4,62	586	9	110
5160	0,08	170	6,1	28
5170	2,76	224	9,9	460
5180	3,13	305	10,7	455
5190	3,27	443	10,8	599
5200	2,15	379	10,7	341
5210	2,82	498	10,3	39
5220	1,53	411	9,9	56
5230	2,58	406	10,1	294
5240	3,25	448	10,2	407
5250	3,21	310	10,7	227
5260	3,35	493	9,7	45
5270	3,31	364	9,3	90
5280	2,03	358	9,4	45
5290	2,78	425	9,8	525
5300	3,64	435	10,5	473
5310	1,83	392	9	34
5320	3,04	391	10,2	270
5330	0,28	263	5,6	23
5340	2,75	384	10,4	479
5350	3,22	403	10,9	262
5360	2,75	299	11,1	677
5370	2,11	345	9,6	262

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5380	3,56	289	10,3	349
5390	0,71	267	7,6	33
5400	0,31	244	8,7	45
5410	1,19	346	10,4	25
5420	3,28	497	10,2	371
5430	2,32	445	9,8	60
5440	3,86	490	10	121
5450	3,01	492	9,3	37
5460	3,86	374	9,9	242
5470	2,64	401	10,1	348
5480	3,35	405	10,8	620
5490	3,48	575	9,4	525
5500	3,03	550	10,3	715
5510	3,66	399	10,9	706
5520	3,8	409	10,6	474
5530	5	614	10,2	112
5540	3,58	584	8,8	297
5550	3,25	450	10,6	826
5560	3,26	405	11	853
5570	3,01	392	11	1007
5580	3,1	284	10,8	977
5590	3,2	282	10,7	855
5600	2,52	324	9,8	157
5610	2,58	312	10	502
5620	3,8	340	10,8	321
5630	4,5	520	8,9	22

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5640	0,85	250	8,9	31
5650	0	138	3,5	31



## ANEXO V

## 5.3 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 3

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	3,17	367	9,9	86
10	3,4	364	10,4	575
20	4,21	370	11	516
30	3,34	369	11,5	657
40	2,65	410	9,6	248
50	4,03	423	9,4	100
60	2,57	366	9,8	94
70	3,66	357	10,1	226
80	3,01	396	10	209
90	1,54	425	10,5	129
100	3,15	379	9,9	100
110	3,27	414	10,2	117
120	2,79	395	10,2	89
130	2,64	379	10,3	77
140	3,45	420	10,5	464
150	3,68	613	11	226
160	2,79	446	9,4	81
170	2,44	399	10	76
180	2,72	389	10	65
190	3,45	483	10,4	304
200	0,98	563	9	58
210	3,45	437	9,4	379
220	3,13	642	10,2	85
230	3,19	477	9,8	67

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	2,88	430	9,9	82
250	3,96	458	10	105
260	3,6	417	9,9	90
270	5	516	10,2	165
280	4,11	574	10,4	277
290	3,54	470	10,8	67
300	0	199	1,4	46
310	0	161	1,1	51
320	0,75	247	10,4	26
330	2,1	368	10,7	1
340	2,63	383	10,4	10
350	3,85	490	10,3	97
360	2,22	403	8,9	73
370	3,17	399	11,1	71
380	3,95	405	11,5	134
390	2,86	604	9,7	24
400	2,81	426	10	21
410	2,65	410	10	37
420	2,84	404	9,9	36
430	3	408	9,8	39
440	3,46	410	10,7	393
450	4,29	410	11,4	268
460	2,47	316	10	61
470	3,83	400	9,4	111

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	3,95	396	11,2	346
490	4,14	460	9,8	26
500	2,56	379	10,1	19
510	2,51	377	10,1	39
520	2,47	380	10	47
530	2,8	388	9,9	42
540	4,16	403	10,3	312
550	3,8	404	11,3	471
560	3,84	394	11,5	554
570	3,45	396	10,9	95
580	2,47	398	10,3	50
590	2,09	380	10,2	56
600	2,09	376	10,2	55
610	2,42	385	10	44
620	2,59	390	10	40
630	2,66	390	9,9	41
640	3,54	392	10,1	478
650	3,95	432	11,2	521
660	3,68	377	11,7	601
670	1,74	325	6,1	160
680	3,35	337	10,1	351
690	4,64	388	11,1	360
700	2,87	395	10,1	79
710	2,29	383	10	71

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,3	378	10,1	61
730	2,35	385	10	52
740	2,45	389	10	47
750	2,56	390	10	55
760	2,54	391	10,2	55
770	3,09	465	10,7	369
780	3,76	392	9,7	254
790	4,2	407	11,3	191
800	4,54	470	10,3	354
810	4,34	458	10,4	285
820	3,78	430	10,8	522
830	3,72	392	11,5	484
840	4,01	446	11,2	343
850	2,99	400	11,1	721
860	4,02	448	9,4	309
870	4,66	405	11	419
880	3,56	371	11,1	722
890	4,3	379	11,3	611
900	2,93	391	11	688
910	3,95	378	11,1	657
920	4,25	377	11,2	629
930	4,5	369	11,1	574
940	2,65	421	10,8	262
950	3,5	405	11,2	317

## (Continuación Prueba 3)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	4,55	407	11,2	380
970	4,08	416	9,9	529
980	3,5	374	10,7	541
990	4,66	433	10,9	272
1000	3,38	439	8,5	213
1010	0	208	2,5	78
1020	3,75	402	9,3	67
1030	3,72	396	10,9	464
1040	2,54	344	9,7	34
1050	3,33	366	10,3	373
1060	2,66	373	11,2	652
1070	3,51	354	11,6	760
1080	3,22	354	11,4	872
1090	2,57	339	11,7	995
1100	4,51	595	10	567
1110	3,42	508	9,5	84
1120	2,38	387	9,9	208
1130	3,45	379	10,6	589
1140	1,95	422	10,9	190
1150	4,8	440	9,3	111
1160	2,67	398	9,4	60
1170	2,53	387	9,7	55
1180	4,1	390	10,7	489
1190	4,08	435	10,7	277
1200	3,68	427	10,6	482
1210	4,8	463	10,8	230

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	2,54	405	9,9	468
1230	2,96	388	11	513
1240	3,48	445	11,1	589
1250	2,67	349	10,9	220
1260	1,48	408	4,1	95
1270	0,02	199	3,1	65
1280	4,23	394	9,5	30
1290	0	389	4,6	56
1300	0	192	6,4	148
1310	0,81	236	10,6	35
1320	1,64	329	10,6	27
1330	3,23	422	10,2	78
1340	0,64	341	9,4	41
1350	0	187	1,8	43
1360	0,57	229	10,9	24
1370	1,62	318	10,8	17
1380	2,23	348	10,2	21
1390	3,3	387	10,1	467
1400	0,13	264	1,6	54
1410	0	176	1,2	32
1420	0	158	0,7	23
1430	0	145	0,6	22
1440	1,88	330	9,4	3
1450	1,89	361	10	7
1460	3,24	411	10,3	343
1470	3,18	882	10	26

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	2,72	525	9,8	32
1490	2,15	428	8,1	67
1500	2,84	1422	9,8	23
1510	0,9	467	11,1	43
1520	2,55	415	10,7	11
1530	3,43	455	9,8	33
1540	0,94	419	8	27
1550	0	215	4,9	35
1560	0	196	9,9	33
1570	3,33	368	10,3	1
1580	2,72	419	10,2	0
1590	2,55	401	9,9	22
1600	2,42	399	10	27
1610	2,49	405	10	36
1620	2,61	413	9,9	41
1630	3,4	418	10,1	314
1640	1,82	432	7,9	160
1650	0	209	1,2	44
1660	0,5	297	9,2	26
1670	1,03	410	8,6	63
1680	0,64	297	8	49
1690	2,64	378	11,5	19
1700	2,9	422	11,4	67
1710	3,44	432	10,8	263
1720	2,3	424	10,5	58
1730	3,35	410	10,5	403

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	3,41	419	11,4	243
1750	2,82	423	10,6	64
1760	2,18	406	10,1	68
1770	2,07	394	10,3	60
1780	2,16	394	10,2	54
1790	2,37	400	10,1	49
1800	2,55	408	10,1	45
1810	3,26	410	10,3	402
1820	3,76	411	11,7	587
1830	3,69	406	11,5	413
1840	3,15	410	11,2	458
1850	4,1	410	11,2	459
1860	4,01	408	11,2	310
1870	0,97	371	8,3	65
1880	3,57	396	10,6	401
1890	4,43	399	11,5	405
1900	1,82	400	9,7	68
1910	0,9	261	11,4	41
1920	2	347	10,9	35
1930	4,09	440	10,9	499
1940	0,9	365	8,9	79
1950	0	350	5	73
1960	3,59	366	10,9	386
1970	3,89	460	11,1	228
1980	4,31	408	10	237
1990	4,41	410	11,1	266

## (Continuación Prueba 3)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	1,47	449	8,6	95
2010	2,46	395	9,7	43
2020	2,46	395	9,9	44
2030	2,57	402	9,9	45
2040	3,58	440	11,2	613
2050	2,25	493	9,9	249
2060	4,69	442	10,4	294
2070	4,48	417	11,1	382
2080	4,29	464	10,9	119
2090	4,24	416	11,1	535
2100	0,06	302	6,3	84
2110	3,48	395	10,9	476
2120	3,97	404	11,5	409
2130	0,19	306	7,5	126
2140	0	255	11,1	56
2150	2,63	386	10,9	61
2160	2,28	387	10	52
2170	2,54	394	9,9	47
2180	2,6	403	9,9	48
2190	2,69	408	9,8	41
2200	3,04	409	10	505
2210	2,79	401	11,8	630
2220	4,26	405	11,3	492
2230	0	324	5,1	107
2240	1,97	354	9,8	32
2250	1,99	366	10,2	50

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	3,84	432	10,2	196
2270	3,45	442	11	310
2280	3,43	429	11,4	563
2290	3,37	416	11,6	634
2300	4,21	401	11,3	367
2310	4,03	405	11,3	370
2320	3,84	411	11,4	295
2330	2,96	415	11,5	259
2340	3,57	408	11,6	587
2350	2,76	438	8,1	57
2360	3,77	392	10,8	119
2370	3,15	465	9,3	57
2380	3,57	412	11	500
2390	4,39	396	11,3	523
2400	1,91	494	5,9	156
2410	3,36	371	11,1	565
2420	4,16	393	11,2	309
2430	3,88	400	11,1	379
2440	4,3	401	11,3	457
2450	3,65	408	11	272
2460	2,65	365	10,9	631
2470	3,09	369	11,3	945
2480	4,23	372	11,5	619
2490	4,02	423	10,7	240
2500	3,79	423	10,6	694
2510	3,63	396	11,4	627

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	4,5	384	11,3	372
2530	1,57	349	11	99
2540	4,03	393	11,1	337
2550	3,64	402	11,3	552
2560	3,57	394	11,3	353
2570	3,67	385	11,5	655
2580	3,92	372	11,3	678
2590	3,31	382	11,2	725
2600	3,3	385	11,4	788
2610	2,75	380	9,8	174
2620	2,44	401	9,6	53
2630	2,29	383	9,8	52
2640	2,35	388	9,8	43
2650	1,12	436	10,1	277
2660	3,32	421	10,8	372
2670	3,11	451	11,2	620
2680	4,1	400	11,3	626
2690	2,65	389	9,3	73
2700	1,44	500	6,2	45
2710	2,6	401	10,6	737
2720	4,1	397	11,3	548
2730	0,33	277	5,6	80
2740	2,98	501	7,4	99
2750	3,05	385	9,5	95
2760	3,44	392	11	234
2770	3,58	411	11,3	447

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	1,59	448	6,9	174
2790	0	236	9,6	116
2800	3,62	377	11,5	231
2810	3,29	391	11,3	458
2820	1,4	327	10	84
2830	1,7	283	10,8	90
2840	3,52	382	11,3	445
2850	3,5	413	11,1	519
2860	4,35	398	11,2	339
2870	4,36	397	10,9	361
2880	4,3	403	10,9	404
2890	4,16	406	11	437
2900	4,05	406	11,1	448
2910	3,39	460	10,9	301
2920	2,28	330	10,7	459
2930	3,34	379	11,3	536
2940	4,4	440	11,2	261
2950	3,5	430	10,7	458
2960	4,32	456	10,6	373
2970	0,05	240	7,7	113
2980	1,44	315	10,3	42
2990	2,84	339	10,9	375
3000	3,05	357	11,6	777
3010	2,91	356	11,6	936
3020	3,03	354	11,6	904
3030	4,02	352	11,4	600

## (Continuación Prueba 3)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	2,5	366	11,2	929
3050	3,44	365	11,5	887
3060	3,47	360	11,4	664
3070	0	266	3,9	98
3080	3,77	372	10,6	179
3090	3,4	382	11	480
3100	3,82	387	11,1	366
3110	3,73	395	11,1	435
3120	3,89	394	11,2	432
3130	0,29	265	8,5	73
3140	3,01	366	10,6	161
3150	2,04	409	7,1	59
3160	0	208	1,1	48
3170	0	179	0,8	41
3180	0	166	3,8	42
3190	0	204	10,5	28
3200	1,87	330	10,5	12
3210	3,09	417	10,2	76
3220	3,13	377	10,8	253
3230	3,05	371	11,3	781
3240	2,95	363	11,5	722
3250	0,82	352	3,6	115
3260	2,62	324	9,7	40
3270	0	200	1,1	39
3280	0	183	0,8	33
3290	0	165	2,5	35

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	0,58	382	9,3	34
3310	0	232	5,8	30
3320	0,06	191	8,8	24
3330	1,04	506	8,1	63
3340	0,07	226	8,1	49
3350	4,31	586	9,6	0
3360	3,6	501	9	51
3370	2,03	371	11,1	41
3380	2,8	653	8,9	34
3390	0,05	258	2,3	39
3400	1,19	260	10,8	28
3410	1,42	305	10,7	16
3420	3,37	389	10,6	92
3430	1,93	347	10,8	74
3440	0,87	303	8,8	78
3450	4,23	404	11	236
3460	3,04	402	11,2	636
3470	2,49	467	9,3	133
3480	0	217	6,4	37
3490	2,87	323	10,6	97
3500	3,87	464	8,5	27
3510	0,49	262	9,5	34
3520	0	179	1	28
3530	3,95	346	10,7	131
3540	3,17	354	11,2	633
3550	3,22	356	11,6	743

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	2,39	354	11,7	934
3570	3,59	428	10,1	200
3580	3,95	508	10,3	41
3590	2,2	403	9,8	46
3600	2,76	383	9,9	74
3610	3,41	430	10,5	515
3620	3,82	427	11,2	584
3630	3,04	427	10,8	423
3640	2,31	432	10,9	120
3650	1,04	302	11,1	42
3660	0	282	2,4	34
3670	0	193	0,9	38
3680	0	175	0,7	28
3690	2,61	325	10,6	244
3700	0,07	233	5,5	52
3710	1,2	313	10,2	26
3720	1,53	359	10,2	21
3730	1,67	369	10,1	27
3740	2,37	382	10,2	138
3750	3,61	430	10,7	120
3760	4,1	504	10,6	87
3770	4,07	500	10,3	208
3780	4,13	468	10,4	240
3790	3,23	465	10,9	187
3800	3,25	480	11,1	372
3810	0,86	318	7,4	98

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	1,64	522	8,9	137
3830	2,27	382	6,1	24
3840	0	199	3	47
3850	3,86	425	8,7	62
3860	0,94	334	10	28
3870	3,03	420	10,3	48
3880	2,42	413	10,1	39
3890	2,39	411	9,9	29
3900	2,82	417	9,8	39
3910	3,03	454	9,7	37
3920	4,23	493	9,9	87
3930	3,11	4,61	9,9	55
3940	2,81	456	9,8	80
3950	3,1	446	9,9	65
3960	2,68	440	9,9	49
3970	2,43	419	10	48
3980	3,59	459	10	88
3990	2,54	442	9,8	51
4000	2,43	419	9,9	49
4010	4,77	518	10,4	85
4020	3,2	467	9,8	54
4030	2,48	425	10	71
4040	2,29	417	10,2	67
4050	2,2	417	10,2	60
4060	2,17	417	10,1	53
4070	2,25	420	10,1	53

## (Continuación Prueba 3)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	3,07	424	10,1	341
4090	2,51	506	10,8	136
4100	2,37	451	9,8	70
4110	2,25	427	10,1	70
4120	2,18	415	10,2	70
4130	2,28	416	10,1	61
4140	2,5	427	9,9	56
4150	2,47	430	9,9	83
4160	2,38	428	10,2	92
4170	3,42	429	10,5	441
4180	3,01	487	11,2	275
4190	1,87	414	7,3	62
4200	2,03	428	9,7	22
4210	2,98	420	10,7	244
4220	3,25	447	11,5	438
4230	4,15	425	11,5	249
4240	2,75	479	10,6	102
4250	4,32	437	10,4	245
4260	4,37	435	11,2	289
4270	2,65	457	9,5	73
4280	3,83	496	10,8	249
4290	3,79	483	10,1	86
4300	2,75	441	9,7	72
4310	3,6	443	10,2	311
4320	4,04	477	10,8	370
4330	1,95	506	10,7	196

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	2,7	456	9,5	315
4350	2,76	460	9,8	100
4360	3,25	450	10,2	237
4370	3,12	520	10,2	22
4380	1,85	426	9,9	40
4390	2,85	437	10,3	264
4400	2,64	504	9,8	64
4410	2,52	474	9,5	30
4420	2,5	465	9,3	29
4430	3,46	458	9,8	436
4440	4,02	474	10,4	348
4450	2,75	472	9,6	56
4460	2,23	432	9,6	10
4470	2,84	435	9,6	415
4480	4,03	598	10,1	33
4490	3,17	495	9,1	30
4500	2,16	444	9,7	48
4510	2,05	432	9,9	68
4520	1,99	430	10	60
4530	3,03	437	10	359
4540	2,37	467	9,9	50
4550	3,03	449	10	594
4560	4,6	578	10,5	47
4570	2,46	456	9,7	34
4580	2,1	443	9,7	37
4590	2,13	438	9,7	35

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	2,21	440	9,7	29
4610	2,26	442	9,7	30
4620	2,28	441	9,7	30
4630	3,31	444	9,7	206
4640	2,71	437	10,7	252
4650	2,54	626	9,3	18
4660	3,56	701	8,9	0
4670	1,71	454	10	13
4680	0,91	370	9,6	2
4690	1,28	382	10,2	18
4700	1,42	406	10	1
4710	1,62	414	9,9	7
4720	1,83	420	9,8	8
4730	1,95	423	9,7	17
4740	3,15	427	10,6	329
4750	2,81	428	11,2	316
4760	0,88	450	8,2	84
4770	3,07	401	10,6	243
4780	3,13	423	11	283
4790	3,94	517	10,4	68
4800	2,12	423	9,6	33
4810	2,73	427	9,8	478
4820	3,01	434	10,8	598
4830	3,05	404	11,2	635
4840	3,12	383	11,3	749
4850	3,25	379	11,2	895

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	3,17	376	11,2	965
4870	3,14	374	11,2	1147
4880	2,76	358	11,3	954
4890	2,03	334	7,8	211
4900	2,17	313	9	121
4910	2,5	357	11	700
4920	2,29	349	11,3	859
4930	2,35	342	11,6	1034
4940	2,51	342	11,5	1265
4950	3,05	348	11,2	615
4960	3,06	368	11,2	552
4970	3,36	416	10,9	320
4980	3,35	424	10,8	406
4990	3,28	397	11	622
5000	4,21	388	10,8	87
5010	2,46	364	10,9	415
5020	1,95	456	9,1	84
5030	3,65	650	9	0
5040	0,88	331	8	362
5050	2,46	595	7,8	43
5060	2,94	400	9,6	548
5070	3,81	444	10,3	77
5080	1,32	477	9,8	15
5090	0,46	280	11,1	0
5100	1,62	443	9,3	32
5110	1,42	334	10,6	26

## (Continuación Prueba 3)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5120	1,5	354	10,2	15
5130	2,84	423	9,9	241
5140	2,12	431	9,9	26
5150	2,43	408	9,9	34
5160	2,09	404	9,9	38
5170	2,04	407	9,6	9
5180	4,21	521	9,6	31
5190	3,04	480	9,3	268
5200	2,44	426	10,1	29
5210	3,22	419	10,2	257
5220	2,9	435	10,9	470
5230	1,99	631	9,1	30
5240	2,47	389	10,4	260
5250	0,74	521	5,2	13
5260	0	265	5,3	4
5270	2,03	355	11	101
5280	2,28	397	10,9	229
5290	3,12	398	11	302
5300	4,25	466	10,3	75
5310	3,18	423	10,6	598
5320	0,78	317	7,6	39
5330	2,88	375	10,2	623
5340	0,93	423	6,2	61
5350	0,16	281	3,5	14
5360	1,93	296	9,7	140
5370	2,01	455	9,3	61

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5380	3,03	486	8,4	65
5390	3,22	461	9,3	206
5400	2,83	408	10	452
5410	2,9	393	11,1	824
5420	1,02	334	9,3	89
5430	2,4	377	10,6	714
5440	1,35	377	11,3	901
5450	1,52	332	11,1	42
5460	3,05	387	10,3	302
5470	3,99	452	10	214
5480	3,26	462	10,3	59
5490	2,11	378	10,6	1026
5500	2,11	355	11,6	1065
5510	2,56	350	11,5	916
5520	2,95	352	11,3	944
5530	3,1	345	11,2	657
5540	0	297	7,8	37
5550	2,2	355	10,2	554
5560	3,3	400	9,4	273
5570	4,01	718	9,4	70
5580	4,2	374	9,3	120
5590	4,11	376	10,1	290

## ANEXO V

## 5.4 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 4

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	1,99	282	9,9	33
10	2,43	282	10,4	130
20	3,1	357	11,3	486
30	3,07	353	11,8	578
40	2,94	305	12,1	723
50	4,08	289	11,9	605
60	1,93	247	10,1	58
70	2,81	290	10,6	310
80	5,26	359	11	175
90	5,18	375	10,5	121
100	3,29	438	10,1	254
110	2,3	403	10,9	162
120	2,37	273	10,9	6
130	3,89	354	10,6	119
140	4,11	480	10,4	189
150	4,55	429	10,3	92
160	0,12	172	1,7	22
170	0,1	209	3,8	0
180	0	125	6,3	11
190	0,9	161	10,6	0
200	1,85	283	10,9	50
210	1,98	301	10,5	75
220	2,17	516	10,5	30
230	2,79	521	10,5	265

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	4	581	11,4	390
250	4,65	570	11,4	136
260	4,56	545	11	273
270	0,49	558	8,3	9
280	3,14	491	10,7	71
290	2,46	432	10,6	5
300	2,34	422	10,3	6
310	2,13	416	10,3	3
320	2,14	418	10,4	577
330	2,2	422	10,3	993
340	4,15	372	10,4	240
350	4,05	374	11	309
360	3,45	363	10,9	22
370	3,7	391	11,2	278
380	2,6	391	10,9	104
390	1,94	448	8	85
400	1,91	403	9,7	0
410	2,19	401	10,2	0
420	2,24	410	10,3	5
430	2,22	318	10,4	10
440	2,47	318	10,4	16
450	3,26	326	10,5	363
460	3,88	349	11,3	223
470	3,72	411	11	58

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	2,58	347	10,1	24
490	2,53	331	10,2	19
500	2,58	331	10,2	14
510	3,62	333	10,2	14
520	3,6	333	10,2	13
530	3,14	492	10,9	363
540	2,08	431	7,5	114
550	2,38	502	9,1	5
560	3,46	461	11,1	332
570	5,44	560	10,8	93
580	2,74	436	10	40
590	2,63	434	10,1	29
600	2,67	431	10,1	20
610	2,43	328	10,4	27
620	2,19	325	10,6	14
630	3,05	434	11,2	385
640	2,72	354	11,8	547
650	4,32	342	11,8	420
660	1,75	368	9,7	177
670	1,86	304	10,6	0
680	1,94	301	10,5	13
690	2	311	10,3	8
700	2,12	320	10,3	3
710	2,3	324	10,1	856

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,36	328	10,2	781
730	2,4	432	10,1	613
740	3,98	472	11	266
750	3,94	464	11,3	262
760	3,02	538	11,4	497
770	3,38	454	10	67
780	2,99	438	10,9	569
790	4,27	412	11,9	464
800	3,81	434	11,4	564
810	4,22	445	11,3	334
820	4,23	431	11,2	475
830	3,76	322	11,4	609
840	3,58	330	11,6	592
850	3,2	337	11,6	683
860	3,94	418	11,6	578
870	4,01	412	11,3	590
880	3,84	406	11,3	631
890	5,32	500	9,8	203
900	4,11	461	10,3	364
910	3,87	344	11,2	513
920	3,5	332	11,4	593
930	4,35	375	11,1	209
940	3,75	342	10,7	507
950	4,53	333	11,1	346

## (Continuación Prueba 4)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	2,88	331	11	268
970	2,39	292	8,3	52
980	5,27	481	9	40
990	3,84	464	10,5	386
1000	3,83	493	11	85
1010	2,88	452	10,3	45
1020	2,51	435	10	5,62
1030	3,06	483	11,1	556
1040	2,65	420	11,8	933
1050	2,95	401	11,9	1005
1060	3,51	487	11,6	850
1070	5,07	445	11,1	321
1080	3,71	482	10,1	82
1090	2,04	399	10	34
1100	2,35	392	10,2	152
1110	3,04	406	10,8	589
1120	5,27	334	9,6	241
1130	2,59	334	9,5	25
1140	2,67	317	10,1	400
1150	2,12	320	11,5	8,36
1160	2,66	325	9,5	26
1170	2,05	316	10	21
1180	4,07	1071	8,4	266
1190	4,01	418	10,7	453
1200	4,55	372	10,9	112
1210	2,03	392	6,1	62

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	3,73	348	8,5	120
1230	2,8	297	10,6	20
1240	2,69	378	8,5	6
1250	0	158	1,8	18
1260	0	151	8,5	45
1270	1,46	228	10,4	52
1280	2,64	317	10,4	286
1290	1,18	383	6,3	1
1300	1,01	1024	9,1	20
1310	2	834	9,4	151
1320	1,97	411	10	125
1330	3,25	404	10,1	118
1340	0,45	313	6,8	0
1350	0	155	1,3	0
1360	0	147	1	0
1370	0	125	0,8	0
1380	0	114	3,3	58
1390	1,64	248	10,2	27
1400	0,68	235	4,9	0
1410	0,17	147	10	0
1420	1,43	260	10,7	35
1430	1,93	283	10,3	114
1440	2,49	465	10,3	20
1450	0,36	375	4,8	0
1460	2,08	368	9,8	50
1470	2,71	456	9,9	199

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	3,18	508	10	112
1490	0,07	224	4,1	0
1500	1,65	327	9,3	60
1510	2,21	314	10,1	40
1520	4,38	382	10,6	17
1530	3,52	679	8,8	30
1540	1,36	265	9,2	24
1550	1,54	273	11,1	20
1560	0,05	180	4,1	0
1570	0,87	272	10,2	0
1580	1,25	346	10,5	20
1590	2,95	429	10,7	224
1600	1,96	423	10,7	40
1610	2,88	475	10,8	18
1620	3,46	464	10,9	268
1630	3,76	492	10,9	39
1640	2,92	485	10,1	9
1650	3,58	365	10,9	378
1660	4,89	457	10,8	17
1670	2,71	366	9,8	23
1680	2,38	351	10	12
1690	2,27	342	10,2	0
1700	2,3	346	10,3	2
1710	3,25	356	10,9	314
1720	4	460	11,8	515
1730	4,42	433	11,5	237

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	4,11	438	11,2	393
1750	4,08	438	11,3	493
1760	0,94	384	4,8	56
1770	0,52	184	10,5	8
1780	1,32	268	10,8	15
1790	2,84	316	10,9	390
1800	3,79	365	11,4	411
1810	1,74	238	10	68
1820	1,09	275	8,8	130
1830	2,31	293	10,5	440
1840	3,49	320	11	386
1850	4,53	438	11	157
1860	3,74	380	8,3	155
1870	1,04	248	9,7	0
1880	1,71	290	10,9	0
1890	1,99	408	10,3	0
1900	2,1	419	10,2	350
1910	2,61	426	10,1	654
1920	3,71	440	10,9	358
1930	3,72	439	11,4	441
1940	4,19	434	11,3	391
1950	5,66	534	9,6	86
1960	3,31	523	10,4	222
1970	0,97	329	9,9	0
1980	3,03	600	9,7	356
1990	2,04	498	10,1	362



## (Continuación Prueba 4)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	2	361	10,3	305
2010	4,29	403	10,4	180
2020	3,58	401	10,6	291
2030	2,76	403	10,7	250
2040	2,71	364	10,2	209
2050	2,38	354	10,1	4
2060	2,3	349	10,3	781
2070	2,44	350	10,2	712
2080	2,49	350	10,2	100
2090	2,52	350	10,1	802
2100	3,32	359	11,1	283
2110	3,77	366	11,5	271
2120	3,42	373	11,5	374
2130	3,83	366	11,6	378
2140	3,24	403	11,2	154
2150	3,74	454	9,5	120
2160	1,58	434	9,5	57
2170	1,84	416	10,4	36
2180	2,06	428	10,3	180
2190	3,17	440	10,4	297
2200	3,52	457	11,1	280
2210	3,82	356	11,5	368
2220	1,05	380	9,4	10
2230	1,86	313	10	31
2240	1,93	317	10,3	5
2250	2,64	329	10,3	52

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	3,56	370	10,8	254
2270	3,93	352	11,3	379
2280	3,54	354	11,4	495
2290	1,28	310	9,1	16
2300	3,75	493	9,8	230
2310	2,66	365	10,2	25
2320	2,27	347	10,1	14
2330	2,29	340	10,2	6
2340	3,45	343	10,4	384
2350	3,76	348	11,2	413
2360	3,04	347	11,6	583
2370	4,43	380	10,9	326
2380	0,93	303	5,5	97
2390	1,17	347	9,9	22
2400	3,3	499	11	205
2410	3,73	546	9,4	12
2420	2,37	471	9,6	23
2430	2,25	446	10	11
2440	2,64	346	10,3	354
2450	3,46	347	11,1	498
2460	3,68	350	11,5	432
2470	4,05	352	11,2	431
2480	5,49	390	11,1	136
2490	4,42	386	10,7	252
2500	4,2	359	11,1	461
2510	4,26	347	11,2	267

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	4,41	346	11,1	291
2530	4,41	347	11,1	294
2540	0,57	269	9,5	24
2550	2,37	320	10	5
2560	3,43	358	10,7	387
2570	3,43	345	11,5	547
2580	3,33	379	11,3	186
2590	3,54	347	11	406
2600	0,26	255	10,4	78
2610	1,58	260	10,7	1
2620	1,85	288	10,4	4
2630	3,04	413	10,9	463
2640	3,17	416	11,6	655
2650	3,7	419	11,6	654
2660	3,8	315	11,2	450
2670	4,65	318	11,3	434
2680	2,3	313	8,5	78
2690	1,76	266	10,2	4
2700	4,13	311	10,6	248
2710	3,67	326	11	502
2720	3,75	314	11,4	591
2730	3,75	310	11,3	654
2740	4,14	308	11,2	488
2750	3,64	311	11,2	673
2760	5,04	310	11,2	305
2770	3,14	388	9,8	1

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	2,51	436	9,9	431
2790	4,55	461	10,9	200
2800	3,64	414	11	587
2810	2,85	318	11,4	555
2820	4,37	415	11,5	293
2830	0,64	211	6,2	20
2840	3,54	307	11,1	506
2850	5,35	320	11	74
2860	6,51	425	9,3	0
2870	3,11	371	10,9	124
2880	2,84	323	11,1	248
2890	3,59	331	11,4	453
2900	2,03	432	9,5	100
2910	0	195	9,4	2
2920	1,02	233	11,1	0
2930	2,4	320	10,6	243
2940	2,98	325	11	56
2950	3,24	365	11,5	266
2960	1,8	422	9,8	38
2970	2,73	425	10,6	275
2980	3,83	429	9,2	259
2990	0,11	180	10,1	11
3000	3,22	331	11,3	197
3010	0,43	323	10,8	333
3020	3,4	328	11,3	546
3030	4,13	325	11,1	270

## (Continuación Prueba 4)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	3,88	332	11,1	440
3050	2,27	275	10,3	86
3060	3,32	339	10,9	424
3070	3,29	431	11,4	330
3080	3,66	427	11,3	394
3090	3,23	475	10,9	394
3100	4,18	364	10,9	347
3110	3,73	377	10,3	490
3120	1,14	300	5,2	41
3130	0,87	197	10,2	0
3140	2,33	258	10,5	72
3150	2,92	294	11	526
3160	2,3	297	11,7	1130
3170	2,97	298	11,8	873
3180	4,6	296	9,6	328
3190	1,59	250	9,6	11
3200	1,88	270	10,1	108
3210	1,96	298	9,9	50
3220	2,69	297	11	735
3230	2,74	289	11,6	769
3240	2,35	280	11,8	928
3250	3,38	290	11,6	810
3260	0,41	203	8,1	58
3270	2,83	281	10,4	558
3280	4,56	297	11	178
3290	4,1	311	10,9	325

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	3,74	318	11	348
3310	4,86	320	11,1	192
3320	5,47	329	10,3	13
3330	4,3	298	10,2	10
3340	0,24	225	2,3	0
3350	0,04	143	7,4	9
3360	2,63	361	9	10
3370	1,9	449	9,1	20
3380	3,83	420	10,8	5
3390	0,51	248	6,9	0
3400	1,48	253	10,1	52
3410	2	298	10,1	40
3420	2,52	327	9,7	28
3430	2,57	440	9,4	328
3440	3,39	449	9,6	275
3450	3	440	10,5	325
3460	3,7	418	11,2	500
3470	3,85	408	11,2	556
3480	1,04	416	4,2	0
3490	0	167	2,5	56
3500	0	144	7,3	0
3510	0,9	181	9,7	0
3520	2,07	303	10,4	50
3530	4,19	424	10,6	49
3540	0,09	182	2,8	0
3550	0	140	1,4	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	0	131	1,2	0
3570	0	111	0,8	0
3580	1,96	259	9,5	109
3590	1,46	403	9,3	0
3600	2,36	342	10,2	195
3610	3,51	391	10,5	23
3620	3,16	396	10,1	478
3630	2,49	347	9,7	40
3640	3,33	390	10	500
3650	2,39	347	9,7	986
3660	2,22	336	9,9	468
3670	2,15	331	9,9	380
3680	2,16	434	9,9	350
3690	3,01	440	10,1	195
3700	2,36	614	8,9	192
3710	0,23	263	2,8	0
3720	1,74	215	10,2	0
3730	0,25	263	2,8	0
3740	0,01	169	7,1	0
3750	2,73	299	10,8	886
3760	2,84	317	11,6	557
3770	3,61	305	11,7	633
3780	0,58	277	4,6	40
3790	0,26	146	6,1	0
3800	4,52	347	10,8	78
3810	5,38	441	9,2	15

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	0,53	253	4,3	0
3830	0	163	3,6	0
3840	1,27	193	7,7	0
3850	2,91	294	10,4	493
3860	2,96	305	11,5	635
3870	2,67	295	11,7	819
3880	2,65	286	11,8	861
3890	1,59	330	7,7	80
3900	1,33	240	10	50
3910	2,45	280	10,4	298
3920	3,4	314	11,1	476
3930	4,14	318	11,3	409
3940	2,23	361	10,8	25
3950	0,88	220	9	94
3960	0,11	166	4	0
3970	0,18	121	6,6	0
3980	2,8	332	10,3	191
3990	0,19	138	6,2	14
4000	1,19	260	10,6	15
4010	1,31	277	10,5	15
4020	2,96	298	10,7	220
4030	3,42	368	11,3	233
4040	2,34	253	10,7	99
4050	3,14	49	11	538
4060	1,19	396	7,7	90
4070	2,47	484	10	119

## (Continuación Prueba 4)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	0	250	2,2	0
4090	0	212	1,1	0
4100	2,65	352	3,3	182
4110	1,66	386	8,4	20
4120	0	158	2,2	0
4130	0,24	247	10,1	0
4140	1,1	358	10,8	0
4150	1,18	37	10,5	0
4160	2,94	408	10,8	350
4170	0,27	276	9,5	0
4180	1,39	275	10,5	15
4190	1,61	297	10,4	20
4200	1,68	308	10,3	27
4210	1,91	310	10,3	25
4220	2,05	320	10,1	68
4230	2,3	325	10,1	112
4240	3,19	333	10,9	151
4250	3,23	385	9,2	107
4260	1,47	298	9,7	52
4270	1,74	289	10,4	0
4280	3,12	311	11,2	180
4290	3,51	455	11,5	309
4300	1,68	487	8,2	54
4310	2,3	445	10,2	120
4320	3,48	450	11,1	412
4330	1,85	556	9,4	55

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	2,04	426	10,1	0
4350	1,88	319	10,4	3
4360	1,85	317	10,4	1
4370	3,24	321	10,6	366
4380	2,19	371	11,3	144
4390	0,49	374	11,1	1
4400	1,36	373	11,2	0
4410	4,47	415	10,9	43
4420	3,9	400	10,7	107
4430	3,98	392	10,8	78
4440	3,74	389	10,5	38
4450	2,9	374	10,5	170
4460	3,03	322	11,4	86
4470	3,5	507	10,8	253
4480	3,48	470	11,1	358
4490	4,02	452	11,5	270
4500	2,11	498	9,2	80
4510	0,57	264	8,7	0
4520	1,91	308	10,2	53
4530	1,82	308	10,3	82
4540	2,09	314	10,2	120
4550	2,47	329	10,1	920
4560	3,19	335	10,9	433
4570	4,46	334	11,5	494
4580	0,65	413	4,6	9
4590	2,45	430	10,4	202

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	6,12	316	6,7	0
4610	1,51	365	9,8	16
4620	1,52	386	10,3	16
4630	1,92	405	10,2	113
4640	1,99	419	9,9	60
4650	2,12	427	9,9	350
4660	2,26	429	9,9	993
4670	3,43	436	10,3	261
4680	3,38	434	11,2	300
4690	3,89	341	11,5	277
4700	0,71	316	6,1	15
4710	2,31	420	11,5	12
4720	6,1	383	7,6	0
4730	3,69	372	10,1	209
4740	3,27	462	10,1	5
4750	2,19	434	10,1	150
4760	2,13	431	10,1	350
4770	2,84	334	10,4	419
4780	3,41	340	11,3	141
4790	2,93	330	11,4	128
4800	2,82	370	11	59
4810	1,59	277	11,2	184
4820	3,63	313	11,4	249
4830	3,73	309	11	356
4840	3,24	423	11,4	612
4850	3,46	413	11,6	601

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	3,5	400	11,6	668
4870	3,55	399	11,5	650
4880	3,56	400	11,5	628
4890	2,87	294	11,6	647
4900	2,83	411	7,3	166
4910	1,18	300	9	127
4920	2,54	266	10,1	51
4930	2,31	361	11,5	441
4940	3,22	331	11,7	551
4950	2,81	301	11,6	858
4960	2,93	390	11,7	7,41
4970	3,37	402	11,3	552
4980	3,75	414	11,3	437
4990	3,73	426	11,2	143
5000	3,7	330	11,1	270
5010	1,83	324	9,1	109
5020	2,86	387	8,4	127
5030	3,35	311	9,7	11
5040	1,27	308	8,5	13
5050	0,12	172	6,4	50
5060	0,75	263	8,9	70
5070	2,85	316	11,4	634
5080	0,14	212	4	16
5090	0	161	9,8	41
5100	1,81	248	11,2	15
5110	3,57	1392	10,4	16

## (Continuación Prueba 4)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5120	3,45	446	9,8	3
5130	2,4	489	10	96
5140	2,3	454	9,9	332
5150	2,67	455	9,8	654
5160	2,7	459	9,7	562
5170	3,02	562	9,6	393
5180	2,69	561	9,7	436
5190	2,48	449	9,9	580
5200	2,57	450	10,1	764
5210	2,63	452	10,1	550
5220	2,48	453	10,1	629
5230	2,18	452	10	677
5240	2,19	347	10	670
5250	2,76	364	9,8	526
5260	1,61	365	9,8	0
5270	2,55	356	9,8	428
5280	2,85	363	9,7	480
5290	2,73	369	9,7	376
5300	2,68	368	9,6	406
5310	3,95	380	9,6	225
5320	2,6	466	9,8	408
5330	3,17	562	10	13
5340	2,73	579	10,2	6
5350	2,76	470	10,2	51
5360	3,22	468	10,5	349
5370	1,81	403	10,6	34

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5380	3,82	466	11	324
5390	0,54	275	3,7	12
5400	1,11	282	10	0
5410	2,08	300	10,5	12
5420	3,23	318	10,8	382
5430	3,38	374	11	392
5440	2,81	517	9,5	41
5450	6,03	263	10,4	0
5460	3,3	365	10,8	10
5470	0,89	351	9,5	7
5480	3,31	438	11	291
5490	2,61	399	11,2	333
5500	4,05	412	10,6	320
5510	4,14	429	10,9	360
5520	3,15	329	10,8	337
5530	0,83	374	5,1	3
5540	1,62	403	10,3	21
5550	0,51	371	8,4	0
5560	3,24	416	10,7	315
5570	3,23	434	11,2	416
5580	3,8	485	11,1	56
5590	3,34	416	10,5	50
5600	4,16	329	10,9	0
5630	3,81	350	10,1	266
5640	4,79	411	10,8	79
5650	4,22	532	9,8	4

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5660	3,1	381	10,5	76
5670	3,98	439	11,3	616
5680	5,47	489	9,7	130
5690	2,99	450	10,6	742
5700	2,85	424	11,7	866
5710	4,88	453	10,1	438
5720	0,06	375	4,7	49
5730	2,25	368	10,4	820
5740	2,91	273	11,4	923
5750	2,83	380	11,6	989
5760	3,48	382	11,4	1145
5770	3,16	378	11,4	699
5780	4,86	332	10,8	640
5790	4,25	361	1,2	409
5800	1,01	1736	8,3	50
5810	3,67	537	9,8	25
5820	2,56	402	9,8	20

## ANEXO V

## 5.5 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 5

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	2,09	249	9,3	0
10	1,78	237	10,3	486
20	1,7	241	11,3	326
30	2,71	210	11,9	334
40	1,72	212	11,8	478
50	1,89	208	12	378
60	0	187	9,5	40
70	0	210	9,9	0
80	2,73	252	10,7	220
90	0	179	9	7
100	1,71	178	9,7	0
110	2,73	380	10,8	326
120	2,08	241	9,9	31
130	2	298	10,7	246
140	0,2	251	2,8	20
150	0	174	0,9	3
160	0	158	3,2	61
170	0	161	9,1	0
180	2,94	313	9,6	5
190	1,91	341	5,4	0
200	2,68	369	10,3	27
210	3,14	323	10,6	282
220	1,15	228	10,5	9
230	2,14	270	10,2	54

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	2,46	328	9,5	62
250	2,44	369	9,5	47
260	3,98	375	9,5	0
270	2,15	389	10,2	462
280	1,95	380	11,6	354
290	1,12	290	11,5	53
300	1,97	287	11,4	38
310	3,6	272	11,2	0
320	3,62	272	10,5	26
330	2,29	327	9,7	86
340	2,2	356	9,6	53
350	1,12	381	9,6	0
360	0,9	394	9,6	3
370	2,56	398	9,9	800
380	3,12	384	10,5	463
390	3,67	334	10,2	433
400	3,9	316	9,9	65
410	2,04	293	9,6	25
420	1,5	309	9,9	0
430	2,12	356	9,6	0
440	2,98	378	9,5	0
450	3,37	394	9,6	6
460	3,97	405	10,2	659
470	2,56	352	9,6	578

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	2,2	322	9,8	364
490	1,98	276	10,2	407
500	1,1	313	10,4	527
510	2,54	301	10,5	349
520	2,1	293	10,3	335
530	1,6	338	10,5	76
540	2,47	259	9,9	34
550	2,8	336	10,1	67
560	3,64	384	9,8	91
570	4,1	391	9,6	15
580	3,84	402	9,6	0
590	3,24	397	10,6	843
600	2,94	350	10,4	720
610	1,92	326	10	32
620	1,5	247	10,1	20
630	2,5	346	9,98	479
640	2,86	360	10,6	647
650	3,69	319	10,3	488
660	3,91	308	9,4	386
670	2,48	314	10,9	625
680	1,95	316	10,7	357
690	1,15	310	11,1	412
700	1,2	314	11,3	461
710	2,68	324	10,5	484

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,97	311	10,9	425
730	3,2	306	10,3	401
740	3,48	306	9,9	534
750	3,86	312	10,7	422
760	2,5	332	10,6	461
770	2,27	344	10,1	544
780	1,98	312	10,2	374
790	2,26	329	9,6	602
800	3,69	270	11,1	55
810	2,5	265	11,5	0
820	2,46	305	10,2	19
830	3,84	407	10,4	369
840	3,51	416	10,7	108
850	2,75	440	10,2	0
860	4,04	445	9,1	0
880	3,98	510	7,3	0
890	4,12	522	8,8	612
900	2,6	391	11	1120
910	1,98	366	11,1	733
920	1,88	334	10,6	598
930	1,85	313	10,1	458
940	1,92	311	10,8	428
950	3,19	320	10,4	471
960	2,16	345	11,2	597

## (Continuación Prueba 5)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
970	2,68	354	11,1	562
980	2,66	392	11,1	701
990	3,23	422	11,1	480
1000	2,14	338	10,9	433
1010	2,59	388	11,4	581
1020	0,06	301	1,4	37
1030	0	254	5,2	23
1040	4,21	370	6,9	0
1050	2,92	692	10,1	0
1060	0,03	335	1,2	31
1070	4,62	408	9	58
1080	3,15	495	8	82
1090	3,19	520	6,2	41
1100	2,04	335	10,3	74
1110	3,03	742	9,5	107
1120	0	348	9,9	86
1130	0,1	494	10,4	53
1140	2,42	559	10,3	29
1150	0	314	0,8	18
1160	1,12	273	0,9	11
1170	0,2	255	0,6	0
1180	0,15	249	6,4	106
1190	0,34	329	10,8	88
1200	3,12	460	9,47	55
1210	2,45	513	9,89	32
1220	0,2	533	10,5	38

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1230	0,31	771	10,1	27
1240	4,12	349	0,6	39
1250	3,5	276	0,8	84
1260	2,95	408	7,85	86
1270	0,2	312	8,45	30
1280	2,13	324	10,4	24
1290	2,45	464	10,6	35
1300	3,15	551	10,1	0
1310	0,02	705	9,3	310
1320	3,15	326	0,1	1
1330	2,2	288	0,9	0
1340	2,14	285	7,7	0
1350	2,5	298	9,8	220
1360	1,9	300	10,5	50
1370	2,54	382	10,8	60
1380	2,92	476	10,6	17
1390	3,62	531	10,5	0
1400	3,03	503	10,4	5
1410	1,99	458	10,8	0
1420	2,56	311	5,4	45
1430	2,98	350	9,9	50
1440	3,65	391	10,6	70
1450	2,61	355	11,6	373
1460	1,77	354	12,1	362
1470	2,6	353	11,8	0
1480	2,35	387	11,4	88

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1490	2,59	370	12,1	490
1500	2,5	346	12,5	382
1510	2,98	330	12,4	54
1520	3,15	324	12,4	386
1530	2,64	286	12,2	0
1540	2,15	286	11,2	528
1550	1,94	344	11,7	663
1560	1,67	342	7,9	78
1570	1,19	263	7,8	37
1580	1,97	306	9,6	0
1590	2,18	359	11,8	550
1600	2,24	350	11,9	460
1610	2,33	340	9,9	61
1620	2,42	311	11,7	416
1630	2,68	354	11,8	643
1640	2,45	357	7,8	284
1650	2,15	354	11,5	458
1660	2,48	310	12	353
1670	2,68	358	9,2	289
1680	2,97	319	9,5	0
1690	3,15	357	10	0
1700	3,19	412	9,6	0
1710	2,65	412	11,4	485
1720	1,14	364	12	463
1730	3,35	303	9,1	0
1740	2,95	347	11,4	392

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1750	2,87	358	11,8	351
1760	3,16	370	11,9	548
1770	2,24	310	7,2	67
1780	2,85	393	11,2	534
1790	2,96	364	12	352
1800	3,99	362	7,9	75
1810	4,16	281	9,7	0
1820	3,4	358	10,1	77
1830	3,12	408	9,5	0
1840	4,16	436	9,3	40
1850	4,27	442	9,3	30
1860	3,86	456	9,2	85
1870	3,67	457	9,5	442
1880	2,98	406	11,5	733
1890	2,29	385	11,9	581
1900	2,78	343	7	49
1910	3,78	296	9,6	0
1920	3,99	383	10,1	0
1930	4,15	419	10,2	699
1940	4,45	363	11,6	568
1950	4,65	358	12,1	435
1960	3,98	359	12	532
1970	3,12	370	11,9	60
1980	2,98	369	11,8	661
1990	2,12	371	12,1	537
2000	2,98	314	10,2	40

## (Continuación Prueba 5)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2010	3,45	310	6,1	61
2020	4,6	265	7,1	0
2030	4,1	403	9,6	7
2040	3,5	405	10,5	615
2050	3,12	397	11,6	630
2060	3,89	376	11,9	514
2070	4,15	363	11,9	478
2080	4,5	364	11,9	443
2090	3,59	339	10,5	38
2100	3,15	398	11,3	581
2110	3	402	11,7	382
2120	3,47	382	11,7	567
2130	3,87	387	11,9	728
2140	4,12	374	12	511
2150	4,5	285	10,9	41
2160	3,34	328	10,3	0
2170	3,31	464	9,8	499
2180	3,48	420	10,6	747
2190	3,98	368	11,6	623
2200	4,16	360	12	581
2210	4,5	364	12	519
2220	3,94	361	12	559
2230	4,15	346	12,1	496
2240	3,94	348	12	539
2250	3,5	343	12,1	460
2260	3,12	340	12	403

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2270	2,5	346	12	526
2280	2,46	353	11,9	469
2290	2,15	298	9,3	41
2300	2,46	367	9,8	74
2310	3,03	414	9,3	92
2320	3,11	452	8,7	0
2330	4,12	501	9,2	550
2340	4,5	415	10,3	571
2350	4,3	297	6,6	16
2360	3,9	425	10,3	628
2370	3,5	432	10,9	556
2380	3,1	381	11,2	9
2390	2,45	378	11,1	0
2400	2,84	383	11,2	76
2410	3,97	431	11,2	498
2420	4,12	432	11,1	487
2430	4,5	481	4,6	30
2440	4,8	283	8,9	0
2450	4,2	481	7,5	0
2460	4,01	526	7	0
2470	3,18	549	8,7	62
2480	3,01	549	9,2	382
2490	2,98	397	9,7	7
2500	1,86	374	8	0
2510	2,84	408	9,4	30
2520	3,15	547	7,8	48

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2530	4,9	630	9,2	380
2540	2,69	466	10,6	670
2550	2,48	423	11,5	563
2560	2,3	388	11,6	665
2570	2,22	389	11,7	371
2580	2,55	384	11,6	595
2590	2,14	311	0,8	1
2600	3,13	390	9,4	623
2610	2,46	399	10,8	753
2620	2,68	453	10,7	725
2630	2,35	409	10,7	363
2640	2,61	404	10,8	439
2650	2,77	399	11,1	593
2660	1,12	302	2,1	2
2670	3,72	349	8,7	0
2680	3,49	432	9,6	592
2690	2	381	11,3	666
2700	1,81	339	12	499
2710	1,78	324	12,1	405
2720	2,14	321	12,1	615
2730	1,89	325	12	379
2740	1,83	315	12,1	369
2750	1,95	316	10	50
2760	2,29	313	9,9	352
2770	2,76	374	10,7	552
2780	2,78	395	11,2	588

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2790	2,81	397	11,2	578
2800	3,1	400	11,1	624
2810	4,12	410	7,8	0
2820	4,5	471	8	0
2830	2,21	380	1,5	70
2840	0	283	0,9	55
2850	0	259	0,7	74
2860	2,56	661	4	32
2870	0	339	5,8	552
2880	4,4	484	7,7	512
2890	5,2	137	6,9	684
2900	3,15	568	6,8	752
2910	4,32	600	8,7	845
2920	4,85	514	8,6	1065
2930	3,39	453	10,7	778
2940	2,34	368	10,8	612
2950	0	312	3,4	515
2960	1,75	278	8,8	17
2970	4,86	488	9	404
2980	1,75	326	0,9	0
2990	0	284	0	57
3000	3,41	363	9,3	99
3010	4,95	486	7,5	108
3020	4,63	536	7,1	75
3030	5,02	558	6,9	42
3040	3,15	574	6,9	88

## (Continuación Prueba 5)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3050	4,13	588	7	41
3060	4,54	514	9	55
3070	3,16	778	7,4	32
3080	3,51	779	4,1	77
3090	0,06	417	0,5	44
3100	0	357	7,2	26
3110	3,64	397	9,5	59
3120	5,12	540	7,6	82
3130	4,67	557	7	0
3140	3,79	584	9,5	330
3150	1,81	429	4,3	3
3160	1,81	392	10,4	40
3170	0	306	8,7	38
3180	4,99	397	8,4	87
3190	4,21	529	7,7	106
3200	2,89	494	11,1	507
3210	2,26	413	9,7	53
3220	2,08	400	11,7	541
3230	2,02	390	7	40
3240	1,89	305	9,9	84
3250	2,03	316	10,7	37
3260	0	279	0,3	0
3270	0	263	0	0
3280	2,13	343	10,5	47
3290	1,98	367	11,7	598
3300	1,81	357	12,2	650

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3310	1,76	342	12,3	719
3320	1,83	330	12,3	319
3330	0	292	8,1	108
3340	0,09	294	9,9	0
3350	2,13	377	9,7	93
3360	2,02	393	9,6	75
3370	2,47	411	9,7	507
3380	2,11	366	11,1	606
3390	1,8	321	9,6	62
3400	2,12	366	11,7	511
3410	0	313	3,6	1
3420	1,77	310	5,1	26
3430	0	266	0,5	82
3440	0	254	2,1	70
3450	2,7	442	10,6	58
3460	0,03	298	3,9	0
3470	3,49	550	7,9	44
3480	3,07	495	7,6	84
3490	3,54	432	10,5	396
3500	2,77	391	8,4	0
3510	2,46	390	10,3	487
3520	0	301	1,2	0
3530	0	283	0,8	0
3540	2,3	349	8,9	56
3550	2,69	434	6,2	18
3560	0	290	8,6	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3570	2,8	374	9,4	90
3580	2,62	469	9	85
3590	4,58	514	8,7	30
3600	3,12	505	10,4	296
3610	2,32	394	10,4	220
3620	2,62	448	10,6	64
3630	2,21	446	9,7	62
3640	2,52	460	9,6	76
3650	2,54	471	9,6	87
3660	2,48	471	9,6	93
3670	2,47	478	9,4	0
3680	2,9	482	10	332
3690	0,08	350	10,2	60
3700	2,39	393	10,2	70
3710	2,5	446	9,7	85
3720	2,44	462	9,7	22
3730	2,88	471	9,7	0
3740	2,54	479	9,5	95
3750	2,44	477	9,6	89
3760	2,34	493	10,2	401
3770	2,3	492	10,9	405
3780	2,39	470	11,5	198
3790	2,04	470	11	0
3800	2,53	465	9,8	0
3810	2,57	477	11,5	98
3820	2,13	443	11,7	399

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3830	2,28	442	12	103
3840	2,12	430	12	347
3850	1,98	353	7	4
3860	0	305	10,3	0
3870	1,94	350	10,3	0
3880	2,14	408	9,9	0
3890	2,52	438	9,8	597
3900	2,04	386	12,1	363
3910	0	295	8,6	5
3920	1,9	298	10,7	0
3930	2	349	11,2	347
3940	2,19	399	9,9	334
3950	1,76	316	10,1	32
3960	2,25	400	10	16
3970	1,97	372	11,8	643
3980	1,86	364	12,3	558
3990	1,75	313	8,8	0
4000	3,5	269	2	452
4010	4,12	271	9,7	87
4020	2,15	360	10,2	0
4030	2,1	437	10,2	345
4040	3,18	357	10,6	73
4050	2,15	405	10,5	52
4060	1,98	459	10,2	83
4070	2,39	410	10,2	0
4080	4,2	429	9,9	580



## (Continuación Prueba 5)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4090	2,45	457	10,8	73
4100	3,64	454	10,1	70
4110	4,12	452	9,5	68
4120	3,4	454	10	503
4130	4,12	464	10,8	220
4140	2,1	449	9,9	55
4150	2,31	459	9,9	73
4160	3,98	466	9,8	8
4170	1,9	466	9,7	196
4180	4,15	473	9,6	47
4190	2,44	473	9,6	24
4200	2,78	482	10,5	38
4210	3,45	353	10,5	2
4220	3,89	437	11	78
4230	4,12	445	10,5	196
4240	4,58	451	9,7	34
4250	4,3	386	10,3	33
4260	2,5	426	10,4	67
4270	3,15	486	10,6	316
4280	2,2	393	9,4	220
4290	2,68	520	11,1	55
4300	3,74	457	9,9	61
4310	4,5	457	9,5	78
4320	2,2	467	10,1	340
4330	1,83	400	9,1	220
4340	2,76	490	10,6	54

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4350	3,91	442	10,5	78
4360	3,15	447	10,3	96
4370	3,98	451	10,5	31
4380	3,3	461	9,9	2
4390	3,64	471	9,9	14
4400	3,22	478	10,1	519
4410	4,32	457	10,9	220
4420	3,94	559	10,9	47
4430	3,12	447	10,3	41
4440	2,99	449	10	63
4450	2,5	469	9,9	34
4460	2,12	474	9,9	51
4470	2,64	481	10	58
4480	2,84	429	11,9	356
4490	3,64	420	12,1	23
4500	3,74	381	11,7	1
4510	3,01	372	9,8	220
4520	3,4	298	10	61
4530	3,1	343	10	75
4540	3,97	426	10	14
4550	3,45	380	10,2	45
4560	3,21	421	10,2	566
4570	2,9	427	11	463
4580	3,87	377	12,2	361
4590	2,54	380	10,6	97
4600	3,96	342	7,7	24

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4610	3,02	340	9,9	0
4620	4,54	384	10,1	45
4630	3,97	432	9,9	576
4640	3,54	423	11,1	432
4650	3,97	375	12,1	550
4660	3,24	346	12,5	349
4670	3,21	327	12,5	333
4680	3,15	321	12,5	387
4690	2,87	323	12,5	320
4700	1,54	330	12,4	404
4710	2,15	348	12,2	494
4720	2,54	354	12,2	478
4730	1,94	520	11,7	56
4740	1,74	373	10,6	20
4750	1,54	385	10	0
4760	3,67	436	10,1	614
4770	3,54	350	11,9	815
4780	2,15	650	12,2	910
4790	3,15	338	12,3	784
4800	3,1	323	12,3	614
4810	2,54	324	11,8	512
4820	2,21	321	12	393
4830	3,54	347	12	448
4840	1,54	357	11,5	62
4850	1,87	730	11,6	581
4860	1,14	329	8,3	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4870	1,35	361	9,9	59
4880	1,32	356	11,6	377
4890	0,02	280	1,9	0
4900	0	268	2,5	0
4910	2,53	560	10,3	429
4920	1,83	279	5,5	0
4930	3,01	413	10,1	712
4940	0,09	324	1,7	0
4950	1,85	279	7,1	220
4960	2,13	367	8,1	57
4970	0	280	8,4	94
4980	3,24	379	8,4	0
4990	3,21	517	8	0
5000	3,12	555	7,3	96
5010	2,42	559	7,2	24
5020	3,17	504	9,2	39
5030	3,12	553	7,3	15
5040	2,15	569	7,2	87
5050	2,68	597	6,8	64
5060	3,5	650	6,7	45
5070	2,84	1200	7,2	4
5080	2,24	546	9,6	76
5090	1,92	488	10,6	421
5100	2,52	359	7,8	26
5110	1,85	332	9,6	41
5120	2,66	395	11,1	73

## (Continuación Prueba 5)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5130	3,14	417	9,6	41
5140	2,24	376	11,5	18
5150	0,07	342	9,3	0
5160	1,86	329	11,7	24
5170	2,54	369	12,1	456
5180	1,75	365	6	4
5190	0,2	290	9,4	447
5200	1,91	325	12	195
5210	0,03	314	7,9	0
5220	1,94	347	11,5	546
5230	2,24	360	11,7	390
5240	0,2	284	1	0
5250	2,22	370	10,8	655
5260	1,89	329	11,8	465
5270	0,4	301	11,1	515
5280	2,02	349	12,1	412
5290	1,78	346	5,8	0
5300	2,23	345	9,4	454
5310	2,32	387	11,3	512
5320	2,18	363	11,8	345
5330	0,2	313	11,1	65
5340	1,99	322	11,9	562
5350	2,32	357	12	714
5360	2,56	367	11,8	720
5370	2,55	421	11,3	85
5380	2,1	368	11,5	687

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5390	1,83	363	7,4	320
5400	2,03	357	11,7	589
5410	1,81	344	12,2	567
5420	1,77	325	12,3	421
5430	2,1	324	10,1	90
5440	1,93	279	10,1	0
5450	2,45	357	10,5	18
5460	2,14	387	10,2	0
5470	2,62	421	9,5	0
5480	3,03	478	10,5	43
5490	2,46	391	10,1	0
5500	2,36	432	9,8	0
5510	2,48	460	9,7	0
5520	2,41	366	10,3	34
5530	2,32	376	10,6	483
5540	0,2	295	1,2	0
5550	2,82	383	9,4	0
5560	3,06	408	10,7	609
5570	2,85	460	11,2	724
5580	2,27	398	11	1087
5590	1,93	481	11,4	1210
5600	1,77	294	11,5	885
5610	1,75	317	11,5	741
5620	2,04	357	11,7	614
5630	2,16	388	11,4	583
5640	1,91	344	11,7	525

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5650	1,85	327	9,4	402
5660	1,78	287	9,4	0
5670	2	330	10,3	0
5680	2,01	350	10,4	0

## ANEXO V

## 5.6 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 6

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	2,08	418	9,7	33
10	2,57	415	10	495
20	3,26	445	10,7	218
30	2,53	494	11	530
40	3,16	402	11,3	615
50	3,4	403	10,8	533
60	4,66	396	10,9	454
70	1,55	343	9,6	24
80	2,72	387	9,8	31
90	3,99	494	10,3	455
100	2,43	402	10,1	25
110	3,01	481	9,7	455
120	4,13	581	10,1	55
130	0,7	361	10,2	31
140	2,5	454	10,1	75
150	4,5	518	9,8	58
160	3,27	474	9,3	226
170	3,58	515	9,8	102
180	1,35	642	8,7	29
190	2,54	455	9,2	60
200	2,9	440	8,9	93
210	2,26	438	8,9	36
220	2,32	424	9,2	48
230	2,35	421	9,2	48

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	2,17	423	9,2	72
250	2,27	427	9,2	36
260	3,17	475	9,8	59
270	1,88	464	10,3	58
280	3,76	572	10,8	90
290	4,15	435	10,9	267
300	4,77	440	10,3	204
310	3,22	439	10,4	269
320	3,59	434	10,8	59
330	2,44	432	10,3	22
340	1,2	428	6,6	13
350	0,88	271	10,1	5
360	1,56	321	9,9	38
370	1,76	353	9,5	40
380	2,19	385	9,3	50
390	2,72	508	9,6	270
400	3,87	509	10	70
410	3,2	439	10,6	232
420	3,14	436	10,4	39
430	3,64	578	8,8	30
440	2,48	338	8,8	25
450	2,22	32	9,2	39
460	2,24	323	9,2	36
470	2,53	324	9,3	338

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	2,47	364	10,3	31
490	2,52	363	10,8	52
500	3,9	418	11,1	291
510	0,93	325	10,5	0
520	1,6	327	10,1	26
530	1,86	352	9,5	31
540	2,05	384	9,2	14
550	2,11	406	9,2	68
560	2,45	470	9,8	245
570	4,49	470	10,9	340
580	1,38	320	10,6	85
590	2,42	369	10,2	220
600	5,42	507	8,7	19
610	2,37	419	9,1	36
620	2,26	415	9,4	16
630	2,11	412	9,5	48
640	2,07	418	9,4	57
650	2,27	430	9,2	65
660	2,54	437	9	110
670	3,74	489	9,2	286
680	2,72	493	9,6	442
690	3,12	615	10,8	96
700	2,63	454	10	354
710	3,3	440	10,4	69

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,94	501	11	401
730	3,99	456	10,7	308
740	2,61	505	10	289
750	3,52	488	10,9	427
760	2,6	387	9,6	154
770	3,7	445	10,1	330
780	2,97	526	10,8	441
790	4,32	465	10,6	253
800	2,42	417	10,6	600
810	2,53	413	11,1	598
820	2,64	395	11	590
830	3,55	379	10,8	474
840	3,11	422	9,5	387
850	3,43	413	10,3	360
860	3,44	322	10,6	452
870	2,84	281	10,5	99
880	3,07	213	10,5	355
890	3,67	424	10,3	24
900	3,11	427	10,3	90
910	0,47	350	3,4	38
920	3,8	358	9,6	64
930	2,71	401	10,3	78
940	3,78	472	9	80
950	2,18	419	9	120

## (Continuación Prueba 6)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	2,05	410	9,1	202
970	2,68	415	9,6	352
980	2,35	410	10,9	476
990	3,26	295	10,9	595
1000	2,72	282	10,7	735
1010	3,32	274	10,9	659
1020	5,03	500	8,9	47
1030	2,47	310	8,5	293
1040	3,47	26	10,3	254
1050	3,95	324	10,2	69
1060	2,61	339	9,3	19
1070	2,31	327	8,8	36
1080	3,04	324	9,8	257
1090	2,76	315	10,5	448
1100	4,43	500	9	278
1110	2,4	468	8,7	44
1120	2,36	450	9,1	46
1130	3,55	465	10,3	105
1140	4,35	451	9,7	4
1150	4,56	452	9,5	0
1160	2,25	396	9,7	38
1170	0,03	298	6	48
1180	0	219	0,9	39
1190	0	190	0,8	33
1200	0	224	6,4	0
1210	0	171	0,7	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	0	158	0,5	0
1230	0	153	0,5	0
1240	0	149	0,5	0
1250	0	152	6,03	39
1260	2,03	311	9,5	35
1270	2,03	781	7,7	22
1280	0	271	7,4	0
1290	1,21	258	9,9	10
1300	0,23	325	3	0
1310	0	197	5,5	0
1320	1,26	236	9,7	12
1330	1,65	294	9,9	40
1340	1,99	379	9,5	51
1350	3,72	482	8,2	278
1360	0,67	259	9,6	0
1370	1,57	277	9,9	36
1380	2,46	405	10,1	67
1390	0,74	352	6,3	0
1400	1,34	347	9,9	21
1410	1,41	330	10	0
1420	1,48	359	9,9	10
1430	1,52	377	9,7	13
1440	1,68	397	9,6	34
1450	1,83	311	9,6	40
1460	2,91	359	10	202
1470	2,06	350	10,6	276

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	0,04	156	4,5	0
1490	3,79	345	10,7	209
1500	0,18	306	6,3	0
1510	0	225	8,4	0
1520	1,19	523	10,1	244
1530	3,74	448	10,4	278
1540	4,13	523	10	61
1550	2,98	476	10,4	68
1560	1,56	455	9,1	38
1570	2,81	520	10,1	38
1580	2,81	520	10	38
1590	2,77	533	10,9	40
1600	1,43	448	8,1	43
1610	2,67	457	10,4	39
1620	3,24	420	11	234
1630	0,85	454	6,8	30
1640	4,33	493	10,4	112
1650	3,33	506	10,1	201
1660	3,36	531	10,7	202
1670	3,42	346	10,3	350
1680	3,53	357	10,5	91
1690	3,56	365	10,7	115
1700	1,47	435	6,7	34
1710	3,17	430	10,5	35
1720	1,49	405	10,5	62
1730	3,5	416	10,9	91

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	0,87	327	7,9	0
1750	2,63	375	10,1	406
1760	0,12	246	8,8	0
1770	1,34	253	10,2	26
1780	3,36	428	9,7	120
1790	3,1	470	9,5	202
1800	3,16	506	9,7	208
1810	2,97	595	10,8	288
1820	1,09	518	6,9	42
1830	2,47	490	9	87
1840	2,18	438	9,1	28
1850	2,13	419	9,2	25
1860	2,32	434	9,1	28
1870	2,85	445	9,3	237
1880	3,24	651	10,3	213
1890	2,81	477	11	23
1900	2,96	525	10,8	8
1910	3,85	444	10,5	39
1920	3,13	519	10,5	16
1930	0,92	584	8,6	0
1940	2,79	544	9,1	218
1950	2,16	445	9,1	51
1960	2,06	427	9,3	26
1970	3,32	437	9,7	55
1980	3,67	455	10,7	90
1990	2,34	462	10,8	192

## (Continuación Prueba 6)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	0,47	334	9,5	0
2010	1,5	330	9,9	13
2020	1,99	410	9,8	9
2030	2,96	516	10,5	317
2040	3,4	456	10,9	361
2050	0,5	380	5,6	18
2060	3,11	468	9,6	1
2070	2,76	472	9,6	12
2080	2,26	442	9,2	16
2090	2,28	441	9,2	25
2100	2,37	446	9,2	138
2110	3,45	522	10,2	236
2120	4,25	550	10,4	117
2130	3,47	516	10,2	259
2140	3,82	476	10	260
2150	2,75	469	10,2	270
2160	3,96	566	8	15
2170	1	598	9,4	4
2180	3,46	498	10	55
2190	3,99	497	10,4	62
2200	2,78	482	9,7	322
2210	3,43	556	10,5	44
2220	2,64	467	10,8	503
2230	2,14	464	9,5	48
2240	0	303	4,2	19
2250	2,8	392	10,2	38

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	2,86	488	10,6	347
2270	3,92	442	10,8	286
2280	4,29	443	10,4	293
2290	4	443	10,5	337
2300	0,31	346	4,9	110
2310	0,07	304	8,5	38
2320	1,66	338	9,9	46
2330	3,43	442	9,3	47
2340	2,91	447	10,4	273
2350	3,93	447	10,8	245
2360	3,47	436	10,7	489
2370	4,18	430	10,5	331
2380	3,57	427	2,6	466
2390	3,23	434	10,9	477
2400	3,39	426	10,7	407
2410	3,26	431	10,8	422
2420	3,37	428	10,9	523
2430	1,22	421	6,8	170
2440	3,43	462	9,5	282
2450	2,63	440	9,5	260
2460	2,23	431	10,4	457
2470	3,28	527	10,8	274
2480	4,08	425	10,8	485
2490	3,61	467	8,7	470
2500	4,47	415	9,2	394
2510	3,77	428	10,6	336

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	2,31	441	6,3	16
2530	3,52	403	9,8	14
2540	3,56	510	9,6	304
2550	3,08	407	10,1	197
2560	3,92	495	10,5	78
2570	2,82	405	10,3	35
2580	0,7	344	10,6	0
2590	2,34	410	10,2	46
2600	1,98	413	9,3	40
2610	1,91	418	9,3	42
2620	2,02	430	9,2	78
2630	2,43	440	9,2	31
2640	2,88	489	10,4	231
2650	1,55	438	8,2	167
2660	3,44	477	8,2	34
2670	0,2	309	6,7	0
2680	2,57	390	9,9	46
2690	2,91	440	10,7	354
2700	2,18	416	10,7	194
2710	3,26	403	11	344
2720	3,65	419	10,7	283
2730	3,73	434	10,5	266
2740	0,24	381	3,1	31
2750	1,14	293	9,9	28
2760	2,42	388	10,5	80
2770	4,5	437	10,5	349

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	74	512	10,1	301
2790	3,83	468	10,3	42
2800	3,85	588	9,9	220
2810	0,4	316	9,5	0
2820	1,6	306	10,1	33
2830	2,5	354	10	31
2840	2,47	461	11	502
2850	3,06	405	11,1	658
2860	2,92	387	10,9	692
2870	2,81	382	10,9	660
2880	2,93	387	10,8	450
2890	2,32	387	11	616
2900	1,4	366	7,5	13
2910	3,41	408	9,8	35
2920	3,06	406	10,5	380
2930	4,46	409	10,5	49
2940	3,96	419	10,2	98
2950	4,47	429	10,1	7
2960	5,67	520	9,7	0
2970	0,86	496	8,9	0
2980	0	233	1,1	4
2990	0	211	0,8	0
3000	0	189	0,5	8
3010	0	184	1,4	5
3020	1,29	273	9,4	12
3030	1,54	357	9,4	24

## (Continuación Prueba 6)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	1,69	382	9,2	38
3050	1,95	463	10,9	400
3060	3,13	415	11,3	577
3070	3,9	420	10,7	269
3080	0,06	287	1,6	365
3090	0	227	0,8	0
3100	1,49	349	8,1	6
3110	0,53	211	9,3	0
3120	0,05	284	7,8	5
3130	0	204	4,7	10
3140	0,44	211	10,2	0
3150	0	204	9,3	0
3160	1,97	413	9,4	80
3170	2,63	414	9,4	229
3180	2,94	469	10,1	33
3190	1,59	382	9	47
3200	0,01	240	1,8	0
3210	0,37	217	9,5	0
3220	1,38	294	10	15
3230	1,63	341	9,7	97
3240	2,2	374	9,5	56
3250	3,12	457	9,7	214
3260	2,33	424	10,1	76
3270	3,52	539	9,8	90
3280	3,09	438	10,2	388
3290	2,91	453	11	585

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	1,02	388	5,8	42
3310	0,27	258	4,7	0
3320	4,23	371	9,5	220
3330	3,11	419	10,1	383
3340	0,27	344	3,7	0
3350	0	209	1,2	0
3360	1,76	314	9,6	70
3370	2,93	361	11,1	319
3380	1,7	405	10,7	320
3390	2,45	407	10	475
3400	2,38	453	10,8	460
3410	4,1	501	11	287
3420	3,17	493	9,4	366
3430	2,8	512	10,4	43
3440	3,41	461	10,8	206
3450	0,1	306	3,3	6
3460	1,07	297	9,2	0
3470	1,88	394	10	13
3480	0	220	0,9	0
3490	0	205	2,1	0
3500	1,77	462	7,8	70
3510	1,56	331	10,1	40
3520	2,33	403	10,1	74
3530	3,47	463	10,4	450
3540	2,46	368	9,3	421
3550	2,6	587	10,4	259

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	2,49	481	10,5	100
3570	3,92	450	11	76
3580	2,23	369	9,5	3
3590	1,69	517	5,1	22
3600	0	238	0,9	0
3610	0,12	220	7,1	0
3620	3,53	468	10,5	460
3630	0,34	337	3,2	0
3640	0,94	325	9,8	0
3650	3,09	424	10,4	57
3660	2,17	427	9,4	71
3670	2,04	419	9,4	76
3680	1,99	427	9,4	16
3690	2,03	433	9,4	46
3700	1,96	436	9,5	70
3710	3,03	482	9,9	218
3720	1,17	425	10,2	118
3730	1,23	330	10,2	0
3740	1,69	375	9,8	0
3750	1,73	391	9,5	60
3760	1,82	411	9,5	45
3770	1,98	424	9,5	60
3780	2,08	433	9,4	78
3790	2,91	440	9,5	97
3800	3,61	492	10,1	120
3810	3,37	485	10,7	186

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	3,44	528	10	322
3830	2,72	480	9,5	655
3840	2,97	500	10,9	343
3850	2,56	482	9	205
3860	2,96	450	10,6	400
3870	1,92	407	10,3	225
3880	3,32	516	10,4	303
3890	3,05	378	9,9	565
3900	3,16	440	10,7	354
3910	3,49	491	10,6	8
3920	4,28	539	9,8	15,1
3930	2,69	455	10,7	226
3940	2,96	454	11	237
3950	3,37	542	11,1	367
3960	2,5	448	10,5	106
3970	0,95	356	8,6	24
3980	0,04	308	4,4	0
3990	0,86	303	9,5	24
4000	1,29	348	10,1	165
4010	2,6	417	9,7	180
4020	3,34	476	10,2	70
4030	3,24	512	10,8	220
4040	1,63	459	6,9	76
4050	1,72	331	10,8	0
4060	0,81	292	10,6	0
4070	3,01	420	10,7	72

## (Continuación Prueba 6)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	3,07	487	10	98
4090	2,16	442	9,3	60
4100	1,91	432	9,5	102
4110	1,93	432	9,5	67
4120	2,02	440	9,4	50
4130	2,07	442	9,4	58
4140	2,79	496	10,2	37
4150	3,16	456	10,9	50
4160	2,28	406	11,1	26
4170	1,44	312	11,3	35
4180	0,34	269	9,4	0
4190	2,24	415	9,6	22
4200	1,93	400	9,5	40
4210	1,9	40,3	9,5	0
4220	2,87	600	9,9	231
4230	3,64	610	10,6	26
4240	3,22	508	10,3	334
4250	0,25	355	8,8	0
4260	3,99	445	10,7	80
4270	3,94	477	10,5	78
4280	3,82	546	9,9	62
4290	2,58	443	9,7	83
4300	3,91	457	10,5	250
4310	3,41	465	10,6	428
4320	3,77	426	10,9	526
4330	3,64	420	10,8	556

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	3,46	415	10,9	523
4350	2,72	417	11,1	441
4360	3,87	415	10,9	154
4370	0,07	288	6,2	26
4380	2,07	363	10,1	264
4390	2,31	407	11	492
4400	2,46	392	11,3	731
4410	3	440	11,2	649
4420	2,71	428	10,1	385
4430	3,81	413	10,9	265
4440	3,14	499	10,5	309
4450	3,48	488	10,7	398
4460	4,29	445	10,3	40
4470	2,01	472	9,9	278
4480	3,79	620	8	215
4490	1,34	338	9,1	38
4500	0,1	325	7,8	40
4510	3,38	715	9,7	143
4520	1,85	465	9,3	48
4530	2,1	442	9,4	76
4540	2,09	526	10,6	300
4550	2,69	747	10,9	54
4560	0,08	328	2,9	0
4570	2,94	391	10,1	24
4580	1,98	703	8,4	31
4590	0,39	336	9,6	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	2,61	483	10,5	140
4610	0,16	332	6,3	22
4620	3,32	371	9,7	568
4630	3,86	572	9,9	0
4640	2,49	475	10,2	30
4650	3,32	602	10,6	0
4660	0	298	3,8	0
4670	3,19	339	10,9	69
4680	1,5	264	8,2	78
4690	0	167	6,7	61
4700	2,4	368	10,6	6
4710	2,65	462	10,9	62
4720	4,23	494	11	398
4730	0,3	320	8,2	0
4740	1,44	314	9,9	46
4750	2,92	394	10,3	13
4760	2,84	455	8,3	16
4770	0,02	280	7,8	0
4780	2,83	439	10,4	225
4790	1,12	341	11	36
4800	0,09	288	3,8	0
4810	3,18	382	10,2	78
4820	2,83	394	10,9	225
4830	0,83	340	9,2	0
4840	2,66	348	11,1	98
4850	3,4	437	11	5

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	0,97	431	6,3	35
4870	3,17	446	9,7	15
4880	3,54	469	9,8	401
4890	4,01	522	9,7	60
4900	3,6	501	10,5	26
4910	3,77	478	10,7	102
4920	3,39	466	10,3	35
4930	2,68	451	10,8	76
4940	2,7	436	11,2	578
4950	2,97	584	9	196
4960	0,28	199	10	0
4970	2,46	287	10,6	564
4980	2,78	301	11,1	765
4990	2,91	400	11,1	915
5000	2,68	394	11,1	1023
5010	3,57	384	10,9	86
5020	2,22	401	10,6	266
5030	4,18	460	10,6	16
5040	3,66	455	10,2	97
5050	0,23	513	6,8	10
5060	2,73	620	8,9	5
5070	0,09	540	2	15

## ANEXO V

## 5.7 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 7

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	1,84	286	10,2	33
10	2,06	293	10,2	35
20	2,6	383	10,9	518
30	3,23	311	11,8	694
40	4,08	292	11,3	571
50	3,21	330	10,8	109
60	3,55	316	10,6	461
70	2,51	365	10,8	269
80	2,15	262	10,4	51
90	2,3	305	9,8	45
100	2,75	309	9,8	385
110	4,67	366	10,7	186
120	3,04	358	9,8	62
130	3,83	348	9,7	218
140	1,18	299	10,1	88
150	0,4	155	9,9	45
160	1,99	279	10,2	19
170	3,79	375	10,1	173
180	4,8	506	10,2	119
190	4,07	409	10	432
200	6,01	516	8,8	86
210	1,29	340	8,7	36
220	1,78	284	10,5	28
230	0,78	338	6,5	27

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	0,09	222	4,1	30
250	0	141	6,3	62
260	0,77	187	10,6	9
270	1,61	305	10,3	0
280	1,72	313	10	2
290	1,86	334	10	0
300	3,11	350	10,3	301
310	5,28	322	11,2	146
320	4,42	338	10,6	247
330	3,03	358	9,3	50
340	2,17	263	10,1	33
350	3,11	407	10,4	7
360	2,15	361	10	18
370	2,05	350	9,9	23
380	2,07	357	9,9	27
390	2,18	365	9,8	27
400	2,56	368	9,7	41
410	2,67	374	10,3	428
420	3,9	367	11,4	433
430	3,92	358	11,2	480
440	1,2	409	7,6	142
450	2,11	366	9,5	16
460	2,1	349	9,8	12
470	2,16	357	9,7	22

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	2,28	365	9,7	28
490	2,75	372	9,6	140
500	3,18	365	10,6	584
510	5,34	343	11,4	322
520	2,71	364	10,1	232
530	2,39	340	11	654
540	1,86	329	7,1	114
550	3,6	419	10	75
560	2,48	370	9,8	49
570	2,27	354	9,6	41
580	2,23	357	9,6	34
590	2,58	362	9,5	39
600	2,33	437	10,6	593
610	3,75	427	9,6	575
620	4,78	541	10,1	150
630	4,14	396	10,2	498
640	3,97	440	10,8	323
650	2,77	397	9,8	56
660	3,41	378	9,6	266
670	3,82	392	10,2	340
680	3,51	434	10,6	257
690	3,2	347	11,1	471
700	3,39	336	11,4	561
710	3,71	373	11	624

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
730	3,46	359	10,6	651
740	2,9	354	10,6	793
750	3,92	343	10,9	602
760	4,83	412	10,7	250
770	3,9	411	10,2	173
780	2,65	370	9,7	173
790	2,61	362	10,8	835
800	2,87	325	11,3	814
810	2,82	318	11,2	820
820	4,23	353	11,1	427
830	3,59	347	10,5	549
840	3,31	362	10,8	560
850	3,25	371	11,1	583
860	3,99	400	11	364
870	3,26	362	10,5	652
880	3,57	363	10,9	337
890	1,49	314	9,4	138
900	1,11	334	4,4	135
910	0,08	199	5,1	32
920	2,99	315	10	162
930	1,99	363	9	133
940	2,29	322	10,3	10
950	1,92	355	9,6	15
960	2,69	396	10	559



## (Continuación Prueba 7)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
970	2,42	317	11	850
980	3,2	322	11,2	774
990	2,55	325	11,1	957
1000	2,29	301	11,5	995
1010	4,6	389	9,6	315
1020	2,09	350	9,4	59
1030	2,95	342	10,1	607
1040	3,12	432	10,8	472
1050	2,53	381	10,2	40
1060	2,54	352	9,8	604
1070	2,54	352	9,8	604
1080	2,22	339	10,6	818
1090	4,24	464	11,3	610
1100	2,54	383	9,2	33
1110	1,94	367	9,3	25
1120	1,89	356	9,6	19
1130	2,43	348	10,3	597
1140	3,04	472	7,4	148
1150	4,87	363	8,5	8
1160	0	222	6,8	35
1170	0,73	216	9,3	10
1180	2,83	351	10,2	404
1190	0,41	271	2,8	45
1200	0,35	197	7,7	10
1210	2,33	327	9,7	197
1220	2,31	449	10	201

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1230	0	202	1,7	13
1240	0,04	177	7,6	0
1250	1,98	441	9,9	112
1260	0	163	1,5	5
1270	0	150	0,8	0
1280	0	131	0,6	0
1290	0,15	170	7,4	37
1300	1,86	297	9,7	0
1310	2,83	413	10	205
1320	0,27	257	6,8	3
1330	1,3	313	10,2	0
1340	2,01	361	9,9	0
1350	2,57	403	9,7	0
1360	0,42	270	5,8	0
1370	1,84	357	9,1	0
1380	0	195	6,7	25
1390	1,25	273	10,8	0
1400	1,52	322	10,3	0
1410	3,18	464	10,3	40
1420	0,33	380	3	0
1430	0,11	233	8,1	22
1440	0,81	280	7,6	0
1450	0,81	525	7	0
1460	0	173	3,2	0
1470	1,13	267	9,9	0
1480	0,74	351	8,2	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1490	0	220	8,2	33
1500	2,5	354	10,6	162
1510	2,9	429	10,8	25
1520	3,29	386	10	190
1530	3,62	418	10,5	271
1540	4,64	546	10,4	33
1550	3,28	450	9,7	330
1560	2,65	445	9,7	33
1570	2,3	408	9,5	24
1580	2,24	409	9,6	18
1590	2,26	411	9,6	18
1600	3,01	417	9,8	271
1610	3,96	455	10,9	412
1620	2,66	407	10,9	712
1630	3,83	370	11,1	539
1640	4,81	386	10,8	196
1650	4,25	394	10,6	327
1660	2,49	417	10,1	96
1670	2,45	369	10,1	43
1680	3,79	387	11	283
1690	0,08	237	2	35
1700	2,73	368	10,6	9
1710	3,83	462	10,6	296
1720	2,59	482	10,7	101
1730	0,05	233	4,8	10
1740	1,92	332	10,2	1

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1750	2,68	382	10,9	295
1760	3,05	385	11,4	451
1770	3,04	400	11,3	340
1780	3,68	482	11,1	292
1790	2,22	388	10,5	49
1800	1,72	396	10,3	20
1810	2,18	377	10,2	0
1820	2,17	384	9,7	7
1830	2,77	434	9,6	131
1840	3,11	421	10,6	399
1850	3,26	455	6,9	173
1860	3,18	355	10,2	337
1870	4,46	403	10,6	158
1880	4,05	400	10,6	187
1890	3,22	490	10,8	293
1900	0,96	345	6,8	13
1910	2,61	352	10,6	408
1920	2,31	411	10,9	102
1930	2,61	388	11	387
1940	1,92	374	10,8	17
1950	1,88	371	9,9	13
1960	1,86	379	9,7	13
1970	1,99	391	9,6	8
1980	2,12	402	9,6	4
1990	2,58	408	9,5	13
2000	2,91	462	10,5	477

## (Continuación Prueba 7)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2100	3,29	413	11,3	514
2200	3,38	403	11,1	506
2300	3,93	425	9,5	10
2400	2,04	394	9,8	19
2500	1,99	391	9,7	24
2600	2,37	398	9,6	68
2700	3,1	403	10,5	548
2800	3,21	393	11,1	599
2900	3,61	391	11	279
2100	3,77	396	10,9	480
2110	2,47	551	10,5	34
2120	3,32	410	10,9	578
2130	3,74	396	11,1	492
2140	4,23	399	10,6	439
2150	3,5	427	10,5	191
2160	4,21	413	10,7	383
2170	4,47	402	10,4	369
2180	4,11	398	10,6	326
2190	4,11	399	10,7	408
2200	2,06	353	9,2	401
2210	1,74	315	10,5	50
2220	1,8	360	9,8	49
2230	1,88	373	9,6	50
2240	2,76	383	10	516
2250	3,06	389	11	775
2260	3,48	385	11,1	468

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2270	0,87	374	8,9	69
2280	2,79	358	10,7	638
2290	2,55	352	11,4	917
2300	3,69	356	11,2	660
2310	3,4	367	11	698
2320	4,27	367	10,9	198
2330	1,92	399	10	249
2340	2,37	385	10,7	828
2350	3,69	373	11,2	546
2360	3,32	377	11	696
2370	3,7	368	11	515
2380	2,63	371	11,1	890
2390	5,23	470	10,7	114
2400	2,29	425	9,4	37
2410	2,04	403	9,5	33
2420	2,02	393	9,5	28
2430	2,05	298	9,5	23
2440	3,04	401	10	399
2450	2,76	445	10,9	547
2460	4	382	11	291
2470	3,98	383	10,7	309
2480	3,49	389	10,5	39
2490	3,9	385	10,7	393
2500	3,94	384	10,7	315
2510	6,74	522	8,8	18
2520	5,53	426	9,3	55

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2530	3,93	423	9,4	61
2540	3,85	402	10,3	364
2550	3,65	617	7,6	25
2560	1,68	304	10,3	89
2570	2,58	365	10,7	86
2580	3,26	407	10,9	386
2590	1,39	432	7,3	53
2600	1,07	475	8,5	75
2610	2,38	385	10,4	122
2620	0,22	236	9,8	16
2630	1,47	316	10	1
2640	2	392	9,9	7
2650	1,75	390	9,7	0
2660	3,34	435	10,1	329
2670	2,44	419	10,9	437
2680	3,09	368	10,9	583
2690	3,82	382	10,8	276
2700	3,08	387	10,8	743
2710	2,81	383	7,1	201
2720	0,23	206	8,7	86
2730	2,45	331	10,7	247
2740	2,8	377	11	456
2750	3,12	392	10,9	350
2760	2,77	395	10,9	265
2770	3,78	442	10,6	81
2780	3,08	424	10,4	373

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2790	0,09	255	6,9	100
2800	1,58	264	9,7	87
2810	2,48	320	11	948
2820	2,56	340	11,3	1037
2830	2,51	329	11,4	1069
2840	2,82	336	11,1	896
2850	2,71	332	11,2	989
2860	3,4	331	11,1	707
2870	3,43	341	10,9	701
2880	3,26	385	9,1	122
2890	3,14	343	9,7	413
2900	3,85	366	10,7	343
2910	3,67	374	10,6	409
2920	3,9	375	10,6	264
2930	4,47	382	10,2	111
2940	4,98	388	9,9	40
2950	0,19	282	2,2	21
2960	0	184	1,2	19
2970	0	165	0,8	5
2980	0,14	156	6,9	7
2990	0,32	374	8,7	0
3000	2,22	318	10,5	583
3010	2,61	338	11,3	869
3020	3,38	385	10,9	479
3030	1,5	242	6,7	31
3040	0,02	207	6,2	40

## (Continuación Prueba 7)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3050	0,01	191	9,8	14
3060	1,11	280	10,4	0
3070	1,36	337	9,8	0
3080	1,59	362	9,7	0
3090	1,58	373	9,8	0
3100	1,57	377	9,8	0
3110	3,05	437	10,1	137
3120	2,33	519	10,1	0
3130	0,06	286	3	1
3140	1,24	288	9,5	0
3150	2,85	382	10,2	230
3160	0,95	450	5,2	48
3170	2,36	263	9	0
3180	0,16	275	2	0
3190	0,31	325	5,4	1
3200	1,06	280	9,2	0
3210	1,47	366	10	0
3220	1,57	377	9,7	0
3230	2,1	398	9,6	3
3240	2,53	402	10	233
3250	2,1	411	7,4	19
3260	0,31	267	8,3	8
3270	0,06	290	2,5	8
3280	1,56	288	9,9	0
3290	1,65	377	9,8	0
3300	1,71	389	9,8	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3310	2,39	395	9,8	60
3320	2,78	403	10,3	178
3330	3,17	368	11,1	656
3340	3,62	375	10,8	502
3350	0,38	329	6,6	41
3360	5,85	423	9,6	8
3370	5,02	425	9,6	75
3380	3,51	596	7,7	13
3390	1,2	204	1,1	14
3400	0	189	0,8	1
3410	2,85	362	10,3	529
3420	4,18	361	11	736
3430	4,12	357	11,2	798
3440	3,97	356	11,2	643
3450	3,83	359	11,3	772
3460	3,74	371	10,9	370
3470	1,56	484	3,7	48
3480	1,26	270	9,6	20
3490	3,17	391	10,3	237
3500	3,3	437	10,3	426
3510	0,32	331	5,9	39
3520	0,4	189	1	8
3530	1,11	235	8	83
3540	2,43	456	10,1	1
3550	2,39	410	10,3	89
3560	1,77	366	10,7	76

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3570	3	377	11,1	527
3580	1,24	318	8,6	18
3590	3,42	364	10,5	329
3600	0,71	390	5,4	72
3610	3,47	388	10,1	328
3620	0,4	285	1,9	21
3630	0	190	0,9	0
3640	2,66	336	10,1	164
3650	0,34	357	5,8	11
3660	3,64	358	10	356
3670	0,9	292	5,8	69
3680	0,98	286	9,8	0
3690	1,68	371	10,1	0
3700	1,77	385	9,7	0
3710	1,87	400	9,7	0
3720	1,96	410	9,6	0
3730	1,97	413	9,6	0
3740	3,42	414	10	252
3750	0,65	294	9,4	2
3760	1,45	333	10	0
3770	1,69	362	9,8	0
3780	1,96	389	9,7	0
3790	1,96	404	9,6	0
3800	1,96	401	9,7	0
3810	2,03	406	9,6	0
3820	2,07	407	9,5	3

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3830	3,1	413	10,1	271
3840	1,2	336	10,8	0
3850	1,42	344	10,6	0
3860	1,54	377	10,2	0
3870	1,69	398	9,9	0
3880	2,43	401	9,9	150
3890	2,88	419	10	48
3900	1,93	415	9,8	9
3910	3,04	420	10	334
3920	3,25	433	10,9	413
3930	4,47	675	10,1	0
3940	2,57	455	9,9	90
3950	3,15	452	10,4	280
3960	3,16	430	11,1	360
3970	6,1	552	9,6	106
3980	4,26	538	9,5	56
3990	2,56	562	7,7	50
4000	1,87	440	9,7	0
4010	1,85	424	9,9	0
4020	2,14	426	9,6	0
4030	4,56	440	10,2	460
4040	4,48	413	11,2	482
4050	3,72	409	10,9	424
4060	1,65	284	7,7	27
4070	4,2	428	10	240
4080	4,28	557	10	52

## (Continuación Prueba 7)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4090	3,44	460	9,7	328
4100	2,8	465	9,7	45
4110	4,56	423	9,9	440
4120	3,43	477	10,3	51
4130	4,18	504	9,9	131
4140	2,23	456	9,7	52
4150	2,01	415	9,9	51
4160	2,77	415	10,1	347
4170	2,81	475	10,4	70
4180	2,6	432	10	182
4190	2,98	476	10,7	268
4200	1,69	315	9,6	26
4210	1,48	362	10,2	0
4220	1,71	385	9,9	0
4230	1,89	402	9,7	1
4240	2,8	416	9,8	154
4250	3,22	457	10	422
4260	3,84	496	10,4	276
4270	2,43	498	9,9	192
4280	3,96	477	9,8	158
4290	3,46	516	9,7	27
4300	2,5	446	9,7	225
4310	3,37	483	10,1	106
4320	2,7	469	10,3	219
4330	4,03	518	10,1	39
4340	2,7	456	9,5	251

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4350	3,15	460	9,8	79
4360	3,25	450	10,2	184
4370	4,12	520	10,2	19
4380	1,85	426	9,9	37
4390	2,85	437	10,3	107
4400	2,64	504	9,8	53
4410	2,52	474	9,5	25
4420	2,5	465	9,3	25
4430	3,46	458	9,8	311
4440	4,63	474	10,4	227
4450	2,75	472	9,6	47
4460	2,23	432	9,6	5
4470	2,84	435	9,6	350
4480	5,19	598	10,1	25
4490	3,17	495	9,1	18
4500	2,16	444	9,7	46
4510	2,05	432	9,9	46
4520	1,99	430	10	47
4530	3,03	437	10	287
4540	2,37	467	9,9	44
4550	3,03	449	10	400
4560	4,6	578	10,5	47
4570	2,46	456	9,7	34
4580	2,1	443	9,7	37
4590	2,13	438	9,7	35
4600	2,21	440	9,7	29

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4610	2,26	442	9,7	30
4620	2,28	441	9,7	30
4630	3,31	444	9,7	206
4640	2,71	437	10,7	252
4650	5,67	626	9,3	18
4660	6,92	701	8,9	0
4670	1,71	454	10	13
4680	1,56	370	9,6	2
4690	1,28	382	10,2	0
4700	1,42	406	10	1
4710	1,62	414	9,9	7
4720	1,83	420	9,8	8
4730	1,95	423	9,7	17
4740	3,15	427	10,6	329
4750	2,81	428	11,2	316
4760	0,88	450	8,2	84
4770	3,65	401	10,6	243
4780	3,13	423	11	283
4790	3,94	517	10,4	68
4800	2,12	423	9,6	33
4810	2,73	427	9,8	348
4820	3,01	434	10,8	474
4830	3,45	404	11,2	584
4840	3,12	383	11,3	676
4850	3,25	379	11,2	700
4860	3,17	376	11,2	775

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4870	4,87	374	11,2	951
4880	2,76	358	11,3	897
4890	2,64	334	7,8	187
4900	2,62	313	9	121
4910	3,54	357	11	700
4920	3,65	349	11,3	859
4930	4,15	342	11,6	947
4940	4,45	342	11,5	1088
4950	4,2	348	11,2	503
4960	4,03	368	11,2	552
4970	3,48	416	10,9	125
4980	3,97	424	10,8	406
4990	4,58	397	11	622
5000	2,64	388	10,8	87
5010	2,98	364	10,9	345
5020	2,3	456	9,1	84
5030	6,55	650	9	0
5040	3,54	331	8	197
5050	2,46	595	7,8	43
5060	2,94	400	9,6	548
5070	3,81	444	10,3	77
5080	1,32	477	9,8	15
5090	6,14	280	11,1	0
5100	1,62	443	9,3	32
5110	1,42	334	10,6	0
5120	1,5	354	10,2	0

(Continuación Prueba 7)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5130	2,84	423	9,9	241
5140	3,15	431	9,9	0
5150	2,43	408	9,9	34
5160	2,09	404	9,9	0
5170	2,04	407	9,6	0
5180	4,21	521	9,6	31
5190	3,04	480	9,3	0
5200	2,44	426	10,1	29
5210	3,22	419	10,2	257
5220	2,9	435	10,9	470
5230	1,99	631	9,1	0
5240	2,47	389	10,4	3
5250	0,74	521	5,2	13
5260	6,2	265	5,3	4
5270	2,03	355	11	101
5280	2,28	397	10,9	113
5290	3,12	398	11	271
5300	4,67	466	10,3	75
5310	3,18	423	10,6	498
5320	0,78	317	7,6	39
5330	2,88	375	10,2	502
5340	0,93	423	6,2	61
5350	0,16	281	3,5	14
5360	1,93	296	9,7	140
5370	2,01	455	9,3	61
5380	3,03	486	8,4	65

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5390	3,22	461	9,3	1
5400	2,83	408	10	385
5410	2,9	393	11,1	628
5420	1,02	334	9,3	89
5430	2,4	377	10,6	714
5440	2,56	377	11,3	901
5450	1,91	332	11,1	42
5460	3,25	387	10,3	302
5470	4,1	452	10	214
5480	3,73	462	10,3	59
5490	2,32	378	10,6	902
5500	2,37	355	11,6	1065
5510	2,78	350	11,5	916
5520	3,03	352	11,3	944
5530	3,3	345	11,2	657
5540	1,56	297	7,8	37
5550	2,33	355	10,2	554
5560	3,41	400	9,4	273
5570	4,34	718	9,4	0
5580	4,4	374	9,3	0
5590	4,51	376	10,1	0

## ANEXO V

## 5.8 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 8

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	3,18	368	11,08	163
10	2,22	357	10,38	76
20	3,22	386	10,98	201
30	2,81	293	12,08	292
40	3,92	318	12,08	649
50	4,54	294	11,88	564
60	1,96	241	9,48	15
70	3,56	323	9,98	395
80	3,21	349	10,88	393
90	2,1	296	9,58	55
100	2,74	337	10,08	227
110	3,16	347	10,78	190
120	0,5	286	9,78	2
130	3,16	325	9,88	2
140	2,12	343	9,78	0
150	2,26	363	9,78	0
160	2,56	422	10,38	103
170	1,12	469	10,48	347
180	0,15	412	7,38	201
190	0	223	0,48	54
200	0	187	5,78	30
210	0	192	9,58	0
220	1,19	353	10,38	160
230	3,45	434	10,48	210

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	2,53	299	10,48	106
250	2,47	352	11,08	357
260	2,46	353	10,78	19
270	1,74	232	7,28	34
280	3,64	315	10,38	24
290	2,15	329	10,08	0
300	2,1	356	9,88	15
310	2,14	382	9,88	78
320	2,39	397	9,98	362
330	3,74	395	10,68	293
340	2,3	379	11,38	190
350	3,82	345	11,58	515
360	2,32	328	9,38	210
370	2,25	284	8,88	67
380	2,44	299	9,98	0
390	2,04	333	10,18	0
400	2,05	364	9,98	0
410	2,46	383	10,38	445
420	3,97	384	11,38	406
430	2,22	297	10,68	224
440	3,79	392	10,98	540
450	2,05	328	10,48	75
460	2,15	362	10,18	7
470	2,17	374	9,88	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	3,33	398	9,78	0
490	4,42	416	9,68	1
500	3,71	424	9,88	528
510	5,39	456	10,78	362
520	1,96	324	11,68	828
530	3,04	402	11,48	650
540	2,6	355	11,58	650
550	1,88	301	7,58	91
560	2,2	331	9,68	44
570	2,31	372	9,68	7
580	2,3	390	9,58	43
590	3,42	406	9,68	7
600	2,47	418	9,48	4
610	2,52	427	9,48	4
620	2,59	431	9,48	0
630	4,55	434	11,38	215
640	4,01	468	10,98	336
650	2,94	424	10,38	482
660	3,7	423	10,98	473
670	2,42	336	10,68	125
680	3,01	382	10,98	176
690	2,87	349	11,48	565
700	5,12	388	11,58	824
710	2,74	376	11,08	549

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	3,42	379	11,38	874
730	2,76	355	9,78	686
740	2,4	356	10,98	560
750	3,11	370	11,38	858
760	3,34	384	10,98	253
770	3,59	421	10,28	186
780	2,72	456	9,48	326
790	2	363	11,38	260
800	3,03	365	11,68	937
810	3,11	386	11,38	814
820	2,41	354	10,98	369
830	2,79	400	11,28	529
840	2,77	396	11,68	595
850	4,02	395	11,38	374
860	3,24	384	10,88	576
870	2,65	393	11,28	721
880	2,59	388	9,18	155
890	3,07	440	9,78	166
900	2,57	305	8,08	8
910	3,72	438	9,58	294
920	3,74	428	10,68	495
930	0,95	316	9,28	6
940	2,12	363	9,78	1
950	3,18	381	9,58	0

## (Continuación Prueba 8)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	2,83	405	9,98	474
970	2,03	331	11,38	273
980	2,03	331	11,38	273
990	2,86	351	11,58	1051
1000	2,46	374	11,38	749
1010	1,8	326	11,78	177
1020	2,71	283	11,98	73
1030	2,43	385	9,58	0
1040	2,39	377	9,38	0
1050	2,66	425	9,58	311
1060	2,82	372	10,68	636
1070	4,22	419	10,98	369
1080	3,26	382	10,08	41
1090	3,95	396	10,18	583
1100	2,15	353	11,28	372
1110	3,39	445	9,58	73
1120	2,46	405	9,38	0
1130	2,45	399	9,88	352
1140	4,2	395	11,28	632
1150	1,88	299	3,08	58
1160	4,12	496	8,68	0
1170	2,5	427	6,28	0
1180	2,44	324	9,88	443
1190	1,8	280	9,48	10
1200	0	277	0,88	0
1210	0	233	0,48	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	0	221	7,98	72
1230	3	400	9,88	44
1240	2,88	628	9,88	0
1250	2,69	524	5,88	128
1260	0	268	0,58	0
1270	0	247	0,28	21
1280	0	225	-0,02	35
1290	0	217	5,08	0
1300	0	223	9,08	34
1310	2,02	337	10,18	49
1320	2,85	425	8,28	35
1330	1,72	272	8,48	0
1340	3,54	354	10,68	202
1350	1,72	268	8,58	40
1360	2,26	391	10,48	26
1370	0	232	0,68	48
1380	0	219	-0,02	63
1390	0	214	6,48	74
1400	1,74	230	9,38	0
1410	1,89	347	10,08	0
1420	2,01	367	9,98	0
1430	2,95	825	6,68	37
1440	2,36	412	10,08	36
1450	3,06	404	10,28	214
1460	0	276	9,88	34
1470	1,76	277	10,28	21

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	1,76	277	10,28	0
1490	1,96	322	10,28	64
1500	3,1	401	10,28	122
1510	2,51	352	8,78	15
1520	2,33	421	9,08	68
1530	2,04	360	10,78	63
1540	0	270	5,28	15
1550	0	252	9,58	47
1560	1,79	254	10,08	0
1570	1,99	347	9,98	0
1580	2,14	376	9,88	0
1590	2,79	417	10,18	294
1600	2,97	452	11,08	279
1610	3,2	461	10,58	326
1620	2,56	405	8,58	119
1630	0	285	9,88	0
1640	2,37	333	10,88	169
1650	3,86	381	11,48	758
1660	3,76	401	11,08	420
1670	3,76	403	11,08	553
1680	3,72	412	11,08	656
1690	2,3	456	4,28	75
1700	2,29	369	8,58	0
1710	2,8	354	10,28	123
1720	2,86	396	11,18	519
1730	3,08	451	9,48	12

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	4,83	491	10,28	183
1750	3,5	479	10,48	320
1760	4,42	549	10,28	47
1770	3,2	457	9,98	572
1780	2,94	435	11,18	402
1790	2,19	383	11,48	83
1800	1,83	312	9,18	0
1810	1,91	320	9,88	0
1820	2,09	363	10,08	63
1830	2,52	395	9,68	25
1840	2,66	425	9,28	15
1850	2,89	436	9,58	457
1860	3,57	420	11,38	336
1870	3,98	377	11,48	222
1880	3,44	376	11,18	250
1890	2,05	382	6,18	86
1900	5,47	466	10,18	74
1910	2,76	408	8,68	212
1920	4,02	471	10,28	0
1930	3,31	643	9,88	40
1940	2,43	453	10,18	332
1950	3,8	432	11,28	533
1960	2,43	388	11,48	314
1970	3	398	11,68	574
1980	3,64	422	11,28	359
1990	2,14	378	7,58	114

## (Continuación Prueba 8)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	4,16	553	9,38	0
2010	2,52	450	9,28	0
2020	2,46	432	9,58	0
2030	2,53	424	10,88	491
2040	3,23	415	9,08	197
2050	1,84	328	9,18	36
2060	2,05	365	9,98	0
2070	4,12	384	9,78	15
2080	2,44	402	9,98	173
2090	2,73	442	10,78	594
2100	3,11	427	11,38	488
2110	2,4	386	11,68	309
2120	2,8	403	11,68	413
2130	0	316	9,48	36
2140	1,92	348	10,08	0
2150	2,11	371	9,98	0
2160	2,12	399	9,78	14
2170	2,58	416	6,78	334
2180	2,8	425	10,88	476
2190	2,53	414	11,58	612
2200	3,28	405	11,58	544
2210	3,35	417	11,28	693
2220	2,1	340	5,98	109
2230	2,22	347	10,38	204
2240	3,13	344	10,48	39
2250	2,2	361	10,58	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	2,94	411	10,38	366
2270	3,6	464	5,74	372
2280	3,38	397	11,58	464
2290	2,97	394	11,18	422
2300	2,35	397	10,88	209
2310	2,97	393	11,08	622
2320	3,42	403	11,28	637
2330	4,64	411	11,08	488
2340	2,86	401	10,88	434
2350	3,77	406	10,98	525
2360	1,87	336	5,87	61
2370	2,42	476	9,18	65
2380	2,16	386	9,68	21
2390	2,35	401	10,28	289
2400	3,14	365	11,68	666
2410	3,44	408	11,28	724
2420	3,22	415	11,18	796
2430	3	408	11,38	880
2440	2,97	411	11,38	798
2450	1,96	326	8,68	58
2460	2,2	372	9,78	0
2470	2,51	388	9,78	408
2480	2,56	395	10,98	643
2490	3,99	344	11,78	487
2500	3,03	396	11,38	445
2510	2,36	331	9,58	285

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	2,69	379	10,78	433
2530	3,4	335	11,58	546
2540	3,3	381	11,58	883
2550	3,05	389	11,28	1021
2560	2,69	381	11,48	666
2570	2,11	368	9,18	100
2580	2,21	333	9,58	0
2590	2,08	372	9,68	139
2600	2,38	373	10,58	308
2610	3,3	338	11,38	110
2620	3,21	386	11,08	520
2630	2,84	396	11,08	671
2640	4,77	393	11,18	555
2650	2,69	338	9,58	343
2660	3,84	383	10,58	775
2670	2,56	336	9,58	232
2680	3,64	388	10,48	197
2690	5,75	430	9,18	34
2700	3,75	448	9,48	292
2710	3,06	427	10,78	689
2720	1,96	398	5,68	84
2730	0	295	8,28	0
2740	3,11	380	10,38	248
2750	3,26	467	8,88	42
2760	2,46	457	9,78	0
2770	2,45	439	9,58	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	2,45	437	9,48	0
2790	2,64	441	9,58	365
2800	2,41	427	10,88	349
2810	2,27	416	10,98	176
2820	1,98	376	8,98	0
2830	0	283	6,68	0
2840	2,2	325	10,28	0
2850	2,55	373	11,08	509
2860	4,23	384	11,48	402
2870	3,19	407	11,28	779
2880	3,01	403	11,28	502
2890	3,48	404	10,98	609
2900	2,78	266	1,58	75
2910	1,86	265	9,98	79
2920	2,54	347	10,98	387
2930	3,91	385	11,68	399
2940	2,64	411	11,08	446
2950	3,28	142	11,08	305
2960	3,37	431	8,88	197
2970	0	283	5,08	47
2980	3,67	294	10,58	347
2990	1,9	329	11,38	858
3000	4,65	336	11,78	900
3010	2,33	357	11,58	598
3020	2,31	355	11,78	456
3030	2,48	349	11,78	490



## (Continuación Prueba 8)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	2,66	357	11,58	715
3050	4,14	396	8,98	274
3060	4,06	350	8,78	110
3070	2,58	353	9,78	184
3080	3,78	369	10,58	568
3090	4,31	395	10,98	569
3100	2,95	405	10,98	760
3110	5,96	468	9,38	63
3120	3,42	419	10,08	137
3130	3,66	420	7,98	34
3140	0	269	0,68	34
3150	2,02	309	6,58	47
3160	0	260	9,48	34
3170	2,37	331	10,38	304
3180	1,94	319	10,48	36
3190	2,4	334	11,28	597
3200	2,56	355	1,58	672
3210	4,28	376	11,28	194
3220	1,84	275	1,08	26
3230	0	360	8,38	48
3240	1,88	287	9,48	12
3250	1,79	298	6,78	64
3260	0	246	0,78	23
3270	0	225	5,88	0
3280	2,01	345	3,98	0
3290	0	245	3,98	67

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	0	232	0,58	61
3310	0	223	9,48	25
3320	2,47	352	10,38	170
3330	2,48	440	6,98	37
3340	0	313	3,58	34
3350	0	260	7,08	0
3360	0	239	9,38	0
3370	5,16	329	10,48	137
3380	2,72	403	10,88	282
3390	2,5	393	11,38	505
3400	2,95	347	11,68	529
3410	1,87	313	3,58	90
3420	3,18	379	10,28	299
3430	2,77	267	7,78	0
3440	1,76	301	9,78	0
3450	3,04	378	8,38	148
3460	0	252	0,58	16
3470	0	233	1,08	25
3480	3,83	357	10,18	213
3490	1,88	347	11,48	808
3500	1,93	310	12,18	239
3510	4,33	314	11,98	40
3520	1,99	418	11,68	323
3530	4,68	344	11,28	38
3540	6,1	352	10,08	0
3550	2,07	258	9,68	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	4,01	376	9,78	0
3570	2,28	379	10,68	359
3580	5,74	405	6,68	96
3590	0	256	0,68	0
3600	0	241	8,28	0
3610	2,66	373	10,78	361
3620	4,67	374	10,88	355
3630	2,67	374	10,88	355
3640	3,45	374	10,88	355
3650	2,67	374	10,88	355
3660	1,84	291	11,38	34
3670	2,44	351	11,58	185
3680	2,11	307	11,18	173
3690	3,37	459	9,18	157
3700	2,22	340	9,88	361
3710	2,62	380	4,58	73
3720	0	252	0,58	0
3730	0	234	3,08	53
3740	2,38	361	6,28	45
3750	0	238	1,18	15
3760	0	225	9,48	26
3770	0	226	9,78	48
3780	1,74	305	10,08	68
3790	2,77	328	10,08	35
3800	1,91	360	9,98	0
3810	2,45	391	10,48	115

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	5,48	446	11,08	128
3830	0	303	10,78	0
3840	2,65	357	11,18	356
3850	2,7	365	11,38	271
3860	2,69	394	11,58	278
3870	3,96	444	9,68	130
3880	2,7	362	11,08	37
3890	3,86	456	11,28	52
3900	2,38	415	8,78	92
3910	2,37	354	10,38	0
3920	3,38	46	10,48	324
3930	2,41	364	10,98	146
3940	2,85	412	11,28	384
3950	1,89	327	7,48	39
3960	2,78	366	10,38	348
3970	3,47	382	11,38	305
3980	4,42	391	11,28	269
3990	5,89	485	10,68	140
4000	5,12	393	7,48	0
4010	4,49	381	9,88	0
4020	3,77	422	10,48	386
4030	4,31	379	10,88	159
4040	4,19	414	11,08	208
4050	2,74	413	11,38	571
4060	2,88	412	11,28	108
4070	4,23	464	10,38	166

## (Continuación Prueba 8)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	0	321	6,78	87
4090	0	310	9,58	16
4100	1,89	362	10,08	0
4110	2	381	9,98	0
4120	2,12	394	9,88	0
4130	4,11	406	9,88	34
4140	2,81	421	10,58	359
4150	2,83	411	11,58	379
4160	3,23	403	10,78	210
4170	3,2	386	10,68	289
4180	2,15	426	6,48	125
4190	1,86	332	9,68	41
4200	1,97	347	9,98	36
4210	1,99	371	9,88	75
4220	2,1	390	9,88	20
4230	2,13	401	9,78	47
4240	4,38	412	9,98	572
4250	2,54	408	10,98	239
4260	2,9	405	11,58	540
4270	2,2	360	10,58	136
4280	5,34	444	10,78	92
4290	2,17	502	9,88	41
4300	2,15	400	9,88	46
4310	2,51	405	9,88	77
4320	4,54	406	10,88	326
4330	2,41	514	11,48	528

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	4,79	394	11,68	796
4350	2,97	393	11,58	900
4360	2,96	391	11,48	935
4370	2,99	392	11,38	939
4380	2,76	490	11,48	965
4390	2,22	351	11,58	626
4400	2,69	392	7,18	466
4410	1,88	306	8,38	62
4420	2,19	345	10,88	365
4430	2,03	325	11,88	443
4440	2,24	316	12,08	637
4450	2,74	332	11,78	380
4460	4,36	353	11,38	364
4470	3,14	395	11,38	329
4480	2,98	417	10,98	453
4490	3,72	386	11,28	452
4500	2,18	360	10,68	95
4510	3,35	369	10,78	399
4520	2,23	405	9,28	81
4530	4,4	414	10,18	44
4540	0,42	277	2,68	0
4550	2,47	362	10,48	394
4560	2,64	474	10,68	0
4570	3,77	617	10,78	192
4580	1,85	341	6,08	0
4590	0,26	260	8,98	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	4,36	353	9,98	0
4610	2,1	345	7,18	36
4620	1,9	336	10,18	48
4630	0	258	5,58	67
4640	2,09	285	10,18	100
4650	2,78	378	10,38	205
4660	3,21	405	10,68	309
4670	0,37	316	10,58	0
4680	2,87	374	10,98	327
4690	2,75	384	8,68	219
4700	0,15	305	7,48	0
4710	0,34	267	9,58	63
4720	0,24	312	10,18	0
4730	2,04	349	10,18	255
4740	2,33	362	11,18	361
4750	2,15	310	2,58	50
4760	0	258	4,78	0
4770	1,98	279	10,18	81
4780	2,57	367	11,08	325
4790	2,59	366	11,58	448
4800	3,64	417	11,08	134
4810	2,27	428	9,98	0
4820	2,11	392	9,78	0
4830	4,09	392	9,78	0
4840	3	429	10,58	180
4850	2,92	419	11,28	528

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	0,42	288	9,38	0
4870	3,25	415	11,28	140
4880	3,09	426	10,58	273
4890	3,07	481	10,38	260
4900	3,43	475	10,38	194
4910	4,3	486	10,58	49
4920	2,93	450	9,68	282
4930	2,91	447	10,48	52
4940	3,14	435	10,18	466
4950	2,01	384	6,98	91
4960	3,09	457	8,58	290
4970	2,22	366	11,38	303
4980	2,23	357	6,58	129
4990	0,75	272	9,38	0
5000	2,43	341	10,28	205
5010	5,17	468	10,58	102
5020	3,53	468	10,08	307
5030	2,81	373	11,08	58
5040	4,16	347	8,68	0
5050	4,63	481	10,28	0
5060	3,44	531	8,48	65
5070	3,31	459	10,38	226
5080	3,54	599	10,28	166
5090	3,96	412	11,18	319
5100	2,37	355	10,08	111
5110	2,76	405	11,08	637

(Continuación Prueba 8)

<b>Tiempo (s)</b>	<b>CO %V</b>	<b>HC ppm</b>	<b>CO<sub>2</sub> %V</b>	<b>NOx ppm</b>
<b>5120</b>	2,51	391	11,68	592
<b>5130</b>	3,13	403	9,98	337
<b>5140</b>	1,83	307	9,08	0
<b>5150</b>	2,68	385	10,18	385
<b>5160</b>	3,57	387	10,98	675
<b>5170</b>	2,61	380	11,48	714
<b>5180</b>	2,62	374	11,58	895
<b>5190</b>	4,12	374	11,58	1090
<b>5200</b>	2,71	372	11,38	745
<b>5210</b>	2,97	377	11,08	653
<b>5220</b>	2,91	420	8,78	414
<b>5230</b>	1,12	282	4,18	35
<b>5240</b>	4,96	436	8,28	0
<b>5250</b>	3,84	422	8,58	0

## ANEXO V

## 5.9 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 9

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	2,15	347	10	57
10	2,24	347	10	46
20	2,91	350	10,6	455
30	3,5	363	11,3	576
40	3,12	345	11,4	702
50	3,89	320	11,6	667
60	2,88	299	10,7	287
70	4,21	396	10,9	256
80	3,8	439	10,1	262
90	4,27	390	10,2	405
100	2,64	390	9,7	75
110	4,01	372	9,7	94
120	0,25	417	9,6	53
130	4,58	438	9,7	105
140	3,32	407	9,6	87
150	4,06	350	10,1	97
160	3,32	339	10,8	294
170	1,99	362	9,3	50
180	0,14	269	2	38
190	0	163	1,1	33
200	0,01	153	9,7	26
210	1,4	242	10,5	5
220	1,88	331	10,1	10
230	2,19	350	9,9	15

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	2,28	365	9,7	17
250	2,46	377	9,7	19
260	3,12	392	11,1	455
270	4,62	385	11	192
280	4,51	376	10,8	291
290	0,47	269	7,1	60
300	3,4	365	10,7	408
310	2,89	389	10,4	69
320	2,57	365	9,8	54
330	2,6	375	9,6	48
340	2,6	387	9,5	43
350	2,73	387	9,5	43
360	2,84	395	9,5	38
370	3,01	394	9,8	364
380	3,78	447	10,3	328
390	3,35	429	10,5	146
400	3,3	417	10,9	208
410	4,57	454	10,2	192
420	3,71	464	10,3	369
430	5,65	542	10,3	139
440	2,81	403	9,3	73
450	2,73	400	9,5	64
460	2,78	399	9,5	53
470	3,58	406	9,4	322

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	3,99	444	10,3	301
490	2,8	394	11,2	661
500	3,55	473	9,1	228
510	0,29	236	11	61
520	1,88	329	10,6	14
530	2,19	354	9,8	25
540	2,32	376	9,7	34
550	2,49	387	9,6	29
560	3,01	396	9,6	223
570	3,35	440	10,6	434
580	3,37	386	11,4	526
590	1,65	290	9	77
600	3,71	298	9,8	208
610	3,4	356	11,1	643
620	3,41	365	11,2	635
630	1,99	343	9,8	56
640	2,25	338	10,2	48
650	2,18	362	9,7	42
660	2,32	377	9,6	33
670	2,61	393	9,5	29
680	2,67	397	9,4	29
690	3,5	400	10	385
700	3,2	393	11	573
710	4,32	481	9,3	91

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,87	393	9,7	279
730	3,2	395	10,4	246
740	4,28	444	10,6	406
750	3,1	384	10,8	772
760	3,48	377	11,2	543
770	4,01	398	11	523
780	2,97	392	10,7	332
790	4,18	397	10,4	385
800	3,83	373	10,9	609
810	3,93	370	10,9	628
820	3,95	370	10,8	638
830	3,74	371	10,9	668
840	3,49	368	11,1	724
850	3,41	368	11	686
860	3,47	407	10,7	516
870	3,42	382	10,9	588
880	3,38	385	11	536
890	3,4	384	11	602
900	3,92	422	10,6	386
910	3,45	396	10,6	685
920	4,6	447	10,7	250
930	3,3	349	10,2	286
940	1,3	379	6,5	135
950	6,35	561	8,4	71

## (Continuación Prueba 9)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	4,23	552	10	370
970	4,36	440	10,5	341
980	1,94	343	9,9	238
990	2,45	346	10,9	865
1000	3,81	353	11,1	759
1010	3,1	356	10,9	888
1020	2,48	344	11,1	1003
1030	4,25	423	11,2	736
1040	2,85	382	9,1	108
1050	2,27	374	9,3	100
1060	2,78	413	9,8	573
1070	2,51	357	10,8	458
1080	3,29	364	10,8	406
1090	3,14	415	10,2	116
1100	2,78	374	10,4	704
1110	3,2	355	10,9	687
1120	3,1	402	10	102
1130	2,97	357	9,6	503
1140	3,44	361	10,4	565
1150	1,65	479	5,2	174
1160	4,1	533	8,6	46
1170	4,68	520	8,8	33
1180	1,41	335	9	49
1190	2,02	483	9,5	172
1200	0	184	1,2	47
1210	0	169	0,9	31

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	0	148	0,7	26
1230	1,22	365	9	18
1240	1,89	350	9,5	22
1250	2,17	483	10,2	188
1260	0	181	1,2	43
1270	0	172	0,9	26
1280	0	142	0,6	9
1290	0,63	267	8,7	0
1300	1,8	352	9,3	0
1310	0,81	300	8,1	14
1320	1,24	299	9,9	1
1330	2,3	343	10,3	37
1340	0,23	274	3,5	21
1350	0	176	1,7	2
1360	0,19	163	10,3	12
1370	1,46	291	10,5	0
1380	2,64	383	10,3	135
1390	0,17	284	2,3	11
1400	1,51	271	9,3	0
1410	1,65	357	9,9	0
1420	3,6	534	10,2	97
1430	4,91	839	8,4	0
1440	2,5	562	8,7	4
1450	1,88	447	10	28
1460	2,63	427	10,2	31
1470	2,24	417	10	22

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	2,19	420	9,7	18
1490	2,82	429	9,6	18
1500	3	426	9,9	469
1510	2,34	483	10,5	46
1520	0,49	426	8,2	10
1530	0,17	269	6,4	11
1540	0,17	269	6,4	11
1550	2,26	350	10	0
1560	2,9	403	10,7	73
1570	3,31	474	11,2	254
1580	3,08	470	10,2	55
1590	4,17	481	10,2	122
1600	2,88	448	10	91
1610	3,73	442	10,6	272
1620	2,89	446	10,2	66
1630	1,96	423	9,8	52
1640	1,92	411	9,9	43
1650	2	414	9,8	37
1660	2,15	420	9,8	32
1670	2,21	422	9,8	28
1680	2,2	422	9,8	30
1690	2,87	419	10,5	375
1700	3,61	379	11,4	458
1710	3,88	400	11	471
1720	4,22	408	10,9	298
1730	2,74	521	8,8	22

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	3,82	425	10,6	46
1750	3,26	457	10,7	444
1760	4,11	431	11	343
1770	0,98	513	7,4	154
1780	1,72	355	9,8	23
1790	2,5	373	10	134
1800	2,84	396	10,8	504
1810	0,74	326	5,6	96
1820	2,81	411	10	357
1830	3,54	408	11,1	578
1840	3,01	404	9,4	46
1850	3,75	409	10,4	432
1860	4,73	412	10,8	125
1870	3,54	616	10,2	81
1880	1,25	312	9,9	28
1890	1,74	363	10	27
1900	1,79	384	9,8	27
1910	1,82	398	9,8	23
1920	2,96	409	9,9	424
1930	2,71	415	10,9	529
1940	4,04	436	11,2	158
1950	3,4	400	10,3	295
1960	4,95	404	11	246
1970	3,86	428	10,1	506
1980	1,19	494	4,9	117
1990	0,84	292	10,2	40

## (Continuación Prueba 9)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	1,97	374	10,7	83
2010	2,66	368	11,1	457
2020	3,8	467	11,2	139
2030	2,35	422	9,7	48
2040	2,18	401	9,7	38
2050	2,08	410	9,6	38
2060	2,17	417	9,7	32
2070	2,21	424	9,7	26
2080	2,83	434	9,6	31
2090	2,85	442	9,8	401
2100	3,1	427	11	529
2110	2,68	412	11,2	473
2120	3,86	454	11,2	273
2130	2,26	498	10,5	63
2140	2,2	402	10	26
2150	3,13	405	10,4	524
2160	3,67	394	11,3	505
2170	4,51	403	10,9	310
2180	4,18	416	10,8	376
2190	4,4	479	10,3	278
2200	2,49	397	10,7	580
2210	2,55	399	11,1	658
2220	0,87	320	4,3	106
2230	1,59	401	9,5	38
2240	6,24	415	10	1
2250	3,32	425	10,5	552

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	3,65	391	11,2	509
2270	3,73	405	11	384
2280	3,88	408	10,9	356
2290	3,15	462	10,8	208
2300	3,59	419	10,9	341
2310	3,73	415	10,9	407
2320	3,84	408	10,9	302
2330	3,65	410	11	463
2340	4,08	396	11,4	657
2350	3,22	385	11,3	651
2360	2,69	387	11,2	726
2370	3,67	386	11,1	493
2380	0,69	372	8,8	225
2390	1,93	303	10,4	232
2400	2,97	392	10,7	485
2410	3,69	394	11,2	721
2420	3,85	388	11,1	548
2430	3,2	382	10,9	793
2440	2,9	366	11,1	920
2450	3,62	370	11,1	528
2460	3,23	391	11	520
2470	3,84	408	10,9	265
2480	2,54	398	9,8	54
2490	1,74	389	9,8	43
2500	1,81	395	9,7	25
2510	2,01	400	9,5	19

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	2,13	406	9,5	12
2530	3,16	412	9,5	272
2540	3,74	399	10,7	680
2550	3,68	387	11,3	729
2560	2,85	357	7,4	108
2570	5,54	374	9,3	119
2580	3,09	394	10,4	642
2590	3,4	383	11	547
2600	3,71	420	9,3	44
2610	4,62	412	9,8	95
2620	3,64	399	10,2	74
2630	3,82	387	10,4	484
2640	4,75	395	10,7	191
2650	1,53	530	6,7	60
2660	1,07	293	10,5	24
2670	1,56	339	10,3	15
2680	2,5	366	9,8	387
2690	2,48	387	11	737
2700	2,27	333	9,1	60
2710	1,68	551	6,1	110
2720	0,94	287	8,5	78
2730	2,83	444	10,4	500
2740	2,61	400	10,8	208
2750	3,31	394	11	566
2760	3,46	389	11	336
2770	3,55	392	10,9	371

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	3,4	394	10,9	361
2790	1,89	338	10,7	323
2800	4,58	385	11,1	638
2810	4,29	437	10,8	260
2820	3,36	391	10,4	480
2830	2,97	434	10,5	284
2840	2,36	417	8,1	210
2850	0,65	239	9,7	22
2860	1,47	360	10	20
2870	2,45	360	10,3	600
2880	2,83	354	11,3	711
2890	2,83	352	11,3	906
2900	2,96	350	11,1	875
2910	3,03	347	11,1	866
2920	2,96	354	10,9	799
2930	2,94	344	11,2	1025
2940	3,9	389	11	309
2950	2,92	309	8,4	107
2960	3,55	373	10,3	475
2970	3,08	372	10,8	642
2980	3,09	375	10,9	526
2990	0,83	374	6,3	120
3000	3,56	334	9,9	67
3010	1,57	501	8,4	27
3020	0,21	268	2	24
3030	0	189	1	16

## (Continuación Prueba 9)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	0	168	0,6	11
3050	0	156	0,5	3
3060	0,39	190	9,9	2
3070	2,17	347	9,7	0
3080	2,24	381	9,1	0
3090	2,3	403	9,1	0
3100	2,69	420	9,2	44
3110	2,77	427	10	194
3120	2,16	379	11,3	1030
3130	3,18	370	11,2	768
3140	3,95	225	1,9	73
3150	0	186	1	22
3160	0	166	1,5	10
3170	0	211	2,1	2
3180	0	168	5,5	3
3190	0,86	254	10,4	0
3200	1,11	339	10,2	0
3210	1,27	359	9,9	3
3220	2,23	376	10,1	223
3230	1,48	508	6,3	167
3240	0	190	1,2	15
3250	2,4	308	7,8	0
3260	1,48	492	8,2	0
3270	0	198	1,1	4
3280	0	184	0,8	0
3290	0	160	7,1	35

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	6,14	282	10,6	0
3310	2,76	367	11	172
3320	2,4	529	10,7	220
3330	2,04	365	10,8	834
3340	3,93	428	11,2	539
3350	0	203	1	30
3360	6,18	444	8,7	0
3370	3,84	396	9,6	138
3380	0,48	488	3,8	21
3390	0,35	193	1	15
3400	0	178	1,4	7
3410	2,93	329	10,2	384
3420	2,59	368	11,1	780
3430	2,6	353	11,5	853
3440	2,6	352	11,2	636
3450	3,85	394	10,9	759
3460	4,61	381	11,2	519
3470	0,89	402	3,8	72
3480	0,4	401	5,6	70
3490	0,93	271	10,1	16
3500	1,36	358	10,2	10
3510	2,97	366	10	428
3520	1,22	412	8,7	106
3530	1,65	459	10,3	92
3540	0,74	240	2	14
3550	1,34	298	10	182

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	0,42	363	3,7	53
3570	2,89	428	10,3	158
3580	2,64	462	10,7	155
3590	3,07	398	10,9	433
3600	0,37	330	4	65
3610	2,81	363	10,5	561
3620	0,7	256	2,9	27
3630	0,84	176	0,9	8
3640	2,59	372	10,1	387
3650	1,22	514	8,3	10
3660	0,5	332	5	5
3670	6,18	339	10,4	0
3680	1,63	367	9,9	0
3690	3,1	452	11	377
3700	0,68	385	7,5	71
3710	2,5	379	11,1	360
3720	3,64	401	11,2	287
3730	3,61	410	11,1	98
3740	0,38	302	8,3	17
3750	1,94	422	9,4	15
3760	1,82	415	9,8	17
3770	1,82	414	9,8	17
3780	2,65	417	10	360
3790	2,92	422	10,7	483
3800	6,15	410	11,4	601
3810	0,43	251	5,8	31

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	1,86	343	10,5	93
3830	2,68	384	11,5	551
3840	3,11	390	11,4	510
3850	0,86	286	10,9	10
3860	1,34	337	10,4	11
3870	2,75	379	10,5	316
3880	1,7	379	10,7	121
3890	3,04	387	11,3	487
3900	2,78	446	7,1	136
3910	1,74	448	9,8	13
3920	2,27	446	10,9	70
3930	0,68	290	10,7	15
3940	1,42	345	10,4	15
3950	2,39	404	10	37
3960	6,16	405	9,8	7
3970	2,49	416	9,5	142
3980	2,87	420	10,6	395
3990	1,64	556	6,2	206
4000	1,79	316	10,2	91
4010	3,31	441	10,4	155
4020	1,25	36	9,5	10
4030	6,45	368	10,1	7
4040	1,89	392	9,9	5
4050	2,05	415	9,5	9
4060	6,47	423	9,4	8
4070	3,17	437	9,7	395

## (Continuación Prueba 9)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	2,87	444	10,9	289
4090	2,95	398	11,1	247
4100	1,04	414	9,2	61
4110	2,76	398	11,1	174
4120	4,33	535	9,4	43
4130	2,38	416	9,7	182
4140	3,31	416	11	497
4150	3,02	403	11,2	614
4160	3,71	400	11,2	472
4170	3,08	411	11	600
4180	3,12	397	11,3	657
4190	3,15	377	11,3	694
4200	3,47	374	11,2	701
4210	4,98	373	11,1	653
4220	2,71	379	10,9	401
4230	1,26	299	10,1	36
4240	2,54	350	10,8	632
4250	2,9	359	11,5	703
4260	3,74	359	11,4	786
4270	4,84	358	11,2	585
4280	4,87	366	11,1	693
4290	3,03	376	11,1	472
4300	3,26	405	11	436
4310	2,33	406	10,9	307
4320	2,87	401	10,8	579
4330	1,87	420	7,4	100

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	0,61	329	5,5	101
4350	0,84	394	5,7	30
4360	0,25	279	6,6	45
4370	3,48	380	10,5	432
4380	1,56	252	8,1	123
4390	1,2	301	10,2	14
4400	4,2	356	10,4	427
4410	5,54	372	11,2	603
4420	0,55	350	5,3	46
4430	0,98	315	8,9	54
4440	2,79	388	10,6	263
4450	2,48	450	10,4	205
4460	0,11	265	6,7	63
4470	0,53	232	10,8	17
4480	1,32	327	10,5	4
4490	3,01	406	10	85
4500	2,92	414	10,1	65
4510	3,59	458	10,4	88
4520	3,29	413	10,6	403
4530	0,5	438	5	36
4540	2,67	357	10,6	117
4550	2,17	640	8,3	85
4560	0,93	423	7,8	27
4570	2,77	366	10,3	283
4580	3,05	381	10,9	382
4590	2,05	368	10,9	257

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	2,26	372	9,8	92
4610	2,26	372	9,8	92
4620	2,89	420	10,6	234
4630	0,72	284	10,3	15
4640	1,8	340	10,2	26
4650	1,82	375	9,9	25
4660	1,93	387	9,9	45
4670	2,98	403	10,5	456
4680	0,21	301	2,9	29
4690	2,72	343	10,2	128
4700	1,26	395	5,3	68
4710	1,11	425	10,5	21
4720	0,09	282	7,6	14
4730	2,34	372	11,1	553
4740	1,96	375	11,2	144
4750	0,72	300	10,7	68
4760	2,86	440	11	99
4770	2,56	442	10,5	89
4780	3,15	444	10,1	71
4790	3,2	431	10,5	261
4800	3,67	470	10,8	372
4810	2,88	504	8,3	223
4820	1,43	292	9,8	40
4830	1,43	292	9,8	40
4840	3,13	311	10,4	33
4850	3,65	411	9,8	305

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	4,25	430	10	275
4870	4,98	351	10,7	629
4880	1,78	353	11,1	87
4890	2,16	350	10,9	102
4900	2,75	334	10,9	66
4910	2,79	379	10,7	470
4920	3,52	395	11	291
4930	3,08	396	10,6	389
4940	2,71	387	11,2	596
4950	3,54	442	10,7	281
4960	2,59	429	10,4	207
4970	3,02	418	10,4	309
4980	4,15	416	11	416
4990	2,65	415	11,1	433
5000	1,98	483	11,1	233
5010	2,49	385	11	492
5020	2,46	378	11,5	939
5030	2,67	354	11,4	987
5040	2,96	352	11,4	737
5050	3,41	360	11,1	603
5060	1,83	337	10,7	106
5070	2,95	378	11,2	515
5080	0,38	306	10,4	95
5090	2,1	348	10,6	21
5100	2,56	366	10,1	10
5110	3,35	415	9,7	5



## ANEXO V

### 5.10 Medición de las emisiones contaminantes Prueba 10

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
0	1,94	339	10,1	25
10	1,93	395	10	39
20	2,67	434	10,4	308
30	3	374	11,1	269
40	2,48	363	11,4	529
50	2,42	317	11,6	613
60	2,69	409	7,8	207
70	1,94	311	8,6	53
80	2,6	348	10,7	450
90	3,91	400	10,5	287
100	4,18	392	8,7	98
110	1,47	210	8,2	52
120	3,69	359	10,1	274
130	3,56	437	10	455
140	1,15	420	5,9	144
150	0	148	0,9	2
160	0,76	218	9	23
170	1,47	328	9,5	18
180	1,59	333	9,9	24
190	1,7	345	9,9	18
200	1,83	352	9,7	19
210	3,02	403	10,6	168
220	3,9	395	10,6	125
230	2,01	333	9	76

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
240	2,09	329	9,9	66
250	3,1	394	11	418
260	2,42	379	9	215
270	1,61	282	8,8	20
280	1,89	325	9,6	21
290	2,03	348	9,5	35
300	2,06	358	9,5	34
310	3,03	407	10	291
320	4,26	377	11,1	499
330	2,19	364	9,1	61
340	3,45	370	9,6	163
350	2,87	411	10,1	151
360	3,77	410	10,4	351
370	2,05	403	9	102
380	1,94	323	10,3	24
390	2	339	9,7	44
400	4,2	400	9,9	182
410	3,98	362	10,6	393
420	4,65	355	11	387
430	1,98	345	10,2	75
440	2,17	338	9,8	30
450	1,99	343	9,6	40
460	2,01	355	9,5	36
470	2,17	364	9,5	32

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
480	2,53	375	9,3	28
490	2,62	380	9,3	92
500	4,05	373	10,3	401
510	4,96	375	10,9	500
520	3,69	336	11	606
530	3,11	343	11,1	628
540	1,34	312	8,6	56
550	1,94	322	9,3	27
560	2,07	347	9,4	44
570	2,55	362	9,4	136
580	3,33	366	10,2	402
590	3,24	420	10,3	105
600	2,19	370	9,7	69
610	2	363	9,8	62
620	3,93	373	10,3	467
630	4,53	396	10,8	395
640	4,65	437	10,5	380
650	3,31	442	10,2	98
660	4,36	400	10,4	302
670	4,33	412	10,5	596
680	4,73	461	10,3	109
690	3,38	417	9,8	141
700	2,93	366	10,3	539
710	3,28	351	11	668

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
720	2,76	361	10,3	535
730	3,15	361	10,4	620
740	3,5	354	10,8	682
750	5,22	402	10,5	361
760	3,74	407	9,7	79
770	2,41	368	9,3	227
780	4,1	352	10,5	781
790	3,33	333	11,2	691
800	3,26	341	10,9	760
810	3,55	408	10,7	480
820	3,16	374	10,4	536
830	3,22	376	10,7	565
840	3,06	373	10,9	620
850	2,51	361	10,6	253
860	4,07	369	10,6	536
870	3,46	375	10,6	467
880	2,85	390	9,1	399
890	0,54	322	7,6	55
900	5,74	480	9,2	17
910	3,62	423	9,3	499
920	4	405	10,2	211
930	2,64	403	9,5	40
940	2,25	384	9,1	37
950	2,14	374	9,1	35

## (Continuación Prueba 10)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
960	2,22	380	9,1	34
970	2,84	386	9,2	240
980	2,79	379	10,2	615
990	2,85	343	11	787
1000	2,96	338	10,9	786
1010	2,39	334	10,9	986
1020	3,25	320	11,2	993
1030	3,65	420	9,2	149
1040	1,98	368	9,1	66
1050	1,89	336	9,7	431
1060	2,85	330	10,6	491
1070	3,56	386	10,5	324
1080	2,09	382	9,8	66
1090	2,6	362	9,7	436
1100	4,61	355	10,7	654
1110	3,31	347	10,7	578
1120	2,83	405	10	404
1130	2,46	345	9,8	344
1140	3,07	356	10,6	403
1150	1,78	411	6,2	53
1160	2,29	615	8	27
1170	0,85	347	3,8	55
1180	0,87	370	11	75
1190	0	191	1,7	37
1200	0	163	8,2	42
1210	1,34	294	9,9	18

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1220	1,56	334	9,4	18
1230	2,86	361	9,4	257
1240	0,61	415	4,9	101
1250	0,45	447	6,7	19
1260	0	195	1	14
1270	0	153	0,7	4
1280	0	132	0,5	0
1290	0	126	0,4	0
1300	0	169	8,8	17
1310	6,15	294	9,6	0
1320	3,98	381	9,7	199
1330	0,13	273	6,2	13
1340	0	175	0,9	6
1350	0,96	155	1,9	15
1360	0	131	0,8	0
1370	0	122	0,5	0
1380	0,98	124	5,1	5
1390	6,75	291	9,4	0
1400	1,4	336	9,8	0
1410	1,45	353	9,7	0
1420	6,05	371	9,7	0
1430	1,2	377	6,9	76
1440	0,77	265	9,6	6
1450	0,14	321	6,5	82
1460	0,93	284	10,4	0
1470	1,41	336	10,1	0

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1480	1,95	368	9,8	110
1490	3,84	690	10,4	42
1500	1,62	350	9,9	0
1510	1,84	355	10,2	0
1520	1,72	378	9,7	0
1530	3,31	444	9,8	151
1540	1,52	323	9,6	1
1550	2,72	433	9,6	0
1560	6,12	389	9,5	0
1570	6,02	390	9,6	0
1580	2,03	398	9,5	14
1590	2,97	442	10	73
1600	1,93	391	10,1	5
1610	1,88	386	9,8	13
1620	1,97	396	9,6	18
1630	1,99	398	9,6	16
1640	2,25	402	9,5	21
1650	2,18	408	9,5	25
1660	3,19	408	9,5	21
1670	2,75	411	9,5	178
1680	4,41	462	10,1	323
1690	1,62	432	9,6	34
1700	2,9	417	10,3	251
1710	2,17	374	9,1	86
1720	3,22	277	11,1	464
1730	3,56	375	11	458

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
1740	3,61	378	10,8	428
1750	3,76	383	10,7	352
1760	2,21	533	8,3	128
1770	4,35	477	8,4	92
1780	3,5	617	8,9	31
1790	3,2	437	9,4	469
1800	4,52	444	10,8	382
1810	0,49	264	6,4	47
1820	3,47	453	9,2	350
1830	4,15	533	10,4	61
1840	3,45	393	9,7	256
1850	2,81	472	10,3	91
1860	1,4	348	10,4	35
1870	2,11	379	9,8	18
1880	2,22	401	9,3	19
1890	3	416	9,5	329
1900	3,21	419	10,8	327
1910	3,19	452	10,8	354
1920	2,4	338	9,2	41
1930	4,47	383	10,2	357
1940	4,86	382	10,8	487
1950	0	223	2,6	31
1960	0,87	279	8,8	10
1970	1,51	329	9,7	16
1980	1,6	364	9,8	26
1990	1,9	375	9,7	26

## (Continuación Prueba 10)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2000	2,72	383	10	276
2010	3,43	439	10,8	169
2020	3,28	491	10,2	15
2030	2,25	413	9,7	21
2040	2,12	400	9,6	28
2050	2,05	391	9,6	29
2060	3,29	398	9,4	24
2070	3,71	399	9,7	405
2080	3,08	432	10,7	353
2090	2,99	415	10,9	529
2100	2,83	362	9,7	224
2110	2,72	366	10,4	458
2120	1,12	374	8,2	31
2130	1,35	330	9,9	21
2140	2,01	372	10	24
2150	2,05	379	9,6	33
2160	1,99	386	9,5	32
2170	2,99	450	10,4	145
2180	2,94	409	10,8	384
2190	2,59	403	10,8	265
2200	2,07	400	10,7	57
2210	1,84	376	10	36
2220	2,43	376	9,7	69
2230	3,14	396	10,2	479
2240	3,08	401	10,9	378
2250	3,17	400	10,9	513

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2260	2,38	395	10,9	81
2270	3,84	466	10,2	39
2280	2,17	410	9,6	51
2290	2,11	393	9,6	48
2300	2,18	396	9,6	42
2310	3,04	400	9,9	379
2320	3,44	398	10,6	425
2330	3,82	398	10,8	200
2340	3,46	401	11	484
2350	2,2	350	10,6	139
2360	3,37	445	10,7	183
2370	3,95	435	10,7	175
2380	3,35	485	10,8	170
2390	2,72	422	10,4	81
2400	2,98	405	10,8	560
2410	2,02	556	9	151
2420	3,1	415	9,9	277
2430	3,2	420	10,6	408
2440	3,11	407	10,8	425
2450	3,45	400	10,8	442
2460	4,85	444	10,6	198
2470	2,48	522	8,7	87
2480	2,87	440	10	190
2490	2,11	431	10,2	58
2500	2,04	413	10,1	58
2510	3,32	406	10,7	378

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2520	2,74	365	10,5	408
2530	3,71	475	10,8	234
2540	2,98	427	9,3	234
2550	4,39	503	9,9	134
2560	3,1	454	10,1	102
2570	3,22	444	10,1	170
2580	4,14	434	10,3	545
2590	4,15	399	10,9	547
2600	3,57	436	10,6	443
2610	3,58	391	10,7	419
2620	3,2	411	10,3	129
2630	2,68	426	9,7	120
2640	2,42	410	9,8	356
2650	3,29	394	10,6	352
2660	2,93	401	10,9	586
2670	3,34	393	10,9	619
2680	2,63	428	9,3	254
2690	2,98	389	10,9	634
2700	3,21	378	11	657
2710	3,24	368	10,9	655
2720	3,24	364	10,8	670
2730	3,17	363	10,9	710
2740	5,69	368	10,6	364
2750	4,98	370	10	589
2760	3,96	356	10,3	428
2770	3,4	399	10,4	378

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
2780	3,11	389	10,3	508
2790	1,28	359	10,6	112
2800	1,51	351	10,3	77
2810	1,58	353	10	57
2820	2,21	377	9,7	40
2830	2,79	428	9,7	315
2840	3,3	428	10,6	582
2850	3,74	416	10,3	178
2860	3,11	404	10,4	575
2870	4,36	434	10,7	277
2880	2,77	377	10,5	233
2890	5,24	383	10,1	56
2900	2,49	347	8,1	40
2910	3,37	377	10,4	338
2920	3,34	393	10,7	443
2930	0,21	327	4,5	130
2940	2,84	368	9,2	438
2950	4,1	430	10,3	249
2960	2,71	436	10,1	151
2970	3,04	390	10,6	354
2980	0,3	281	10,4	38
2990	3,14	384	10,4	307
3000	3,23	411	10,4	526
3010	0,59	271	6,7	62
3020	1,57	325	10,4	39
3030	2,66	381	10,6	550

## (Continuación Prueba 10)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3040	3,51	373	10,9	425
3050	3,49	377	10,6	502
3060	3,61	384	10,6	414
3070	3,62	382	10,5	358
3080	0,99	350	8,8	57
3090	2,02	365	8,9	305
3100	2,7	356	10,7	598
3110	2,72	363	10,9	685
3120	4,57	415	10,6	387
3130	3,12	390	10,3	495
3140	4,2	420	10,1	466
3150	2,87	405	10	302
3160	6,1	214	9,3	49
3170	2,31	296	10	440
3180	2,42	337	11	920
3190	2,69	339	11	905
3200	2,63	335	11	1000
3210	2,86	331	11,1	893
3220	2,75	327	11	1028
3230	2,99	328	10,9	845
3240	3,35	387	8,9	626
3250	2,01	340	8,5	66
3260	3,32	348	10,2	331
3270	3,28	365	10,5	528
3280	2,79	360	10,6	343
3290	3,15	361	10,5	350

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3300	6,14	377	10,2	69
3310	0,27	295	2	30
3320	0	174	1	25
3330	0	157	0,6	14
3340	0	144	0,4	6
3350	1,92	287	9,6	113
3360	2,18	342	10,6	577
3370	3,56	363	10,9	802
3380	1,42	500	6,8	41
3390	0	218	1,4	28
3400	0,11	174	9	17
3410	1,94	352	9,6	9
3420	2,71	362	10,2	209
3430	0,65	289	4,3	70
3440	0,61	435	4,3	82
3450	0	186	7,8	17
3460	0	186	7,8	17
3470	0,83	238	9,8	2
3480	2,23	355	10,1	212
3490	1,8	304	9,7	82
3500	2,76	387	10,3	347
3510	2,51	500	8,8	284
3520	3,02	352	7,2	37
3530	0	188	0,9	12
3540	0,79	223	9,5	1
3550	2,94	327	10,1	174

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3560	2,34	423	9,7	26
3570	3,96	385	10	422
3580	0,27	300	3,6	37
3590	0	183	1,4	20
3600	1,11	219	7,3	66
3610	3,95	326	10,1	538
3620	3,29	409	10,9	482
3630	0,02	211	1,7	38
3640	0	172	0,9	20
3650	2,49	313	9,4	33
3660	2,96	406	10,3	372
3670	0	176	1,5	24
3680	0	158	0,7	9
3690	1,76	246	7,4	148
3700	2,45	337	10,1	567
3710	3,85	355	11	540
3720	3,56	363	11	770
3730	2,58	354	11,1	833
3740	3,25	357	11	813
3750	4,26	441	10,8	475
3760	2,33	352	9,6	332
3770	0,13	291	5,1	143
3780	1,88	288	10	108
3790	1,63	338	9,8	27
3800	1,59	355	9,5	23
3810	2,56	368	9,8	328

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
3820	2,94	432	10,7	335
3830	0	196	1,1	30
3840	0	158	0,8	12
3850	2,18	327	9,7	350
3860	0,21	279	10,1	62
3870	1,25	317	10,5	17
3880	2,33	341	9,8	16
3890	1,43	364	9,7	13
3900	1,96	383	9,5	5
3910	2,02	395	9,2	5
3920	2,65	427	10	381
3930	2,94	402	10,7	363
3940	2,89	389	10,8	406
3950	2,07	451	9,2	194
3960	5,47	410	10,3	345
3970	0	216	1,8	31
3980	0	177	1	40
3990	3,72	376	10,1	346
4000	0	224	8,5	71
4010	6,54	303	10,3	0
4020	1,52	354	9,8	13
4030	1,67	370	9,6	17
4040	1,83	388	9,5	15
4050	2,5	400	9,5	90
4060	1	442	8,1	66
4070	1,24	289	10,1	5

## (Continuación Prueba 10)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4080	2,74	348	10,1	4
4090	1,83	385	9,6	12
4100	2,26	413	9,3	16
4110	2,19	413	9,4	18
4120	2,63	423	9,3	129
4130	2,98	468	10,5	217
4140	2,01	459	10,9	176
4150	2,77	455	10,7	2
4160	3,06	417	9,6	115
4170	3,11	422	10	283
4180	4,13	408	10,9	428
4190	3,54	398	10,8	243
4200	2,45	423	10,8	164
4210	4,39	405	10,7	154
4220	2,33	502	10,2	192
4230	2,45	390	9,9	96
4240	3,95	391	10,4	523
4250	2,19	401	10,8	216
4260	2,92	369	10,8	384
4270	3,26	397	10,9	436
4280	4,63	393	10,9	469
4290	2,5	396	9,5	36
4300	0	239	2,3	85
4310	1,27	309	10	13
4320	1,51	358	9,9	22
4330	7,76	369	96	19

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4340	2,05	382	9,3	14
4350	3,07	393	9,7	302
4360	3,79	389	11	300
4370	3,22	389	11	368
4380	3,15	420	9,5	58
4390	3,56	425	10	204
4400	2,72	410	10,3	254
4410	1,08	363	8,5	38
4420	1,58	352	9,7	38
4430	2,74	363	9,9	100
4440	2	344	10,1	38
4450	2,28	389	9,4	25
4460	3,89	413	9,1	28
4470	4,02	413	9,7	305
4480	3,85	460	9	183
4490	0,98	294	10,1	38
4500	1,49	340	10,1	7
4510	1,7	355	9,9	20
4520	2,04	363	9,7	22
4530	1,99	386	9,7	31
4540	1,86	389	9,8	31
4550	3,46	389	10	461
4560	2,74	396	10,9	469
4570	0,3	331	3,6	60
4580	2,85	374	9,9	380
4590	2,51	427	10,4	88

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4600	1,59	373	10,1	47
4610	1,55	360	10	18
4620	1,81	373	9,7	23
4630	1,93	394	9,4	22
4640	2,03	401	9,3	22
4650	2,12	406	9,3	18
4660	2,76	415	10,1	425
4670	1,52	370	9,3	76
4680	4,72	546	9,9	46
4690	2,93	438	9,9	409
4700	5,07	475	10,5	104
4710	2,37	417	9,2	36
4720	2,62	427	9,7	545
4730	2,98	402	10,9	551
4740	4,13	379	10,9	567
4750	4,13	379	10,9	567
4760	4,34	374	10,9	629
4770	4,15	367	10,9	652
4780	2,82	354	11	653
4790	2,11	377	6,3	378
4800	0	190	5,9	106
4810	2,19	285	9,7	42
4820	2,85	382	9,9	214
4830	2,31	339	11,1	856
4840	3	346	11,1	786
4850	2,58	342	11,2	1196

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
4860	3,38	372	10,8	261
4870	2,98	374	10,5	670
4880	3,36	376	10,6	506
4890	3,26	391	10,7	259
4900	3,21	397	10,5	601
4910	3,13	383	10,7	311
4920	4,16	389	10,7	478
4930	2,9	392	10,6	145
4940	2,98	486	10,4	220
4950	3,04	341	9	43
4960	0,25	311	3,9	45
4970	2,91	366	9,8	330
4980	1,9	403	10,1	125
4990	3,04	381	10,4	549
5000	0,55	332	10,1	39
5010	0,24	241	9,7	22
5020	1,97	586	8,2	22
5030	0,69	471	10,1	12
5040	0,92	280	8,9	11
5050	2,49	364	9,9	100
5060	2,86	388	9,6	105
5070	4,58	415	9,5	65
5080	3,16	420	9,7	252
5090	4,23	429	10,3	261
5100	2,79	414	10,7	411
5110	0	194	1,3	31

## (Continuación Prueba 10)

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5120	0,8	241	9,3	7
5130	1,26	329	9,7	12
5140	2,88	384	9,7	164
5150	2,88	385	10,5	508
5160	0,85	444	4,6	76
5170	1,13	311	9,6	28
5180	2,31	309	10,1	125
5190	2,86	364	10,8	553
5200	4,13	377	9,3	119
5210	1,2	371	6,4	138
5220	1,35	274	9,6	15
5230	1,57	335	9,7	36
5240	1,65	355	9,6	33
5250	2,87	363	10	238
5260	2,44	373	10,7	230
5270	6,17	272	8,3	35
5280	2,91	415	10	100
5290	3,9	465	10	72
5300	3,11	452	9,7	114
5310	4,29	520	9,6	54
5320	2,78	433	9,1	122
5330	3,96	460	9,5	72
5340	2,74	419	9,5	309
5350	3,75	661	10,2	118
5360	3,81	408	10	37
5370	1,66	401	10	34

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5380	4,62	391	10	36
5390	2,6	444	10,2	67
5400	2,29	402	10,6	204
5410	2,66	398	11,1	476
5420	1,35	349	9,2	20
5430	6,31	341	9,7	0
5440	2,05	361	10	135
5450	1,77	381	10	40
5460	1,71	379	9,6	33
5470	3,01	432	10,2	247
5480	3	423	10,7	404
5490	2,38	423	10,7	270
5500	5,62	544	8,9	1
5510	2,45	417	9	3
5520	2,56	401	9,8	307
5530	3,99	405	10,4	533
5540	3	397	11	483
5550	2,45	389	9,2	67
5560	2,75	379	10,6	343
5570	3,21	421	10,8	527
5580	3,57	382	10,8	664
5590	3,81	389	10,9	493
5600	1,83	317	9,1	46
5610	2,44	340	10,5	712
5620	2,73	347	11,2	833
5630	3,02	347	11	851

Tiempo (s)	CO %V	HC ppm	CO <sub>2</sub> %V	NOx ppm
5640	2,64	340	11,1	1033
5650	3,72	341	10,8	398
5660	3,72	359	10,5	367
5670	3,7	372	10,5	547
5680	2,8	374	8,9	306
5690	1,56	305	10	35
5700	2,35	363	9,7	23
5710	2,55	397	9,5	18

## **ANEXO VI: PULSOS DE IDA Y RETORNO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE MARCADOS EN LAS 10 PRUEBAS REALIZADAS**

	<b>Pulso ida</b>	<b>Pulsos retorno</b>
<b>Prueba 1</b>	154239	125836
<b>Prueba 2</b>	137124	111313
<b>Prueba 3</b>	169342	138455
<b>Prueba 4</b>	156345	127620
<b>Prueba 5</b>	155739	127293
<b>Prueba 6</b>	124725	100724
<b>Prueba 7</b>	126949	102741
<b>Prueba 8</b>	121835	98395
<b>Prueba 9</b>	138159	112191
<b>Prueba 10</b>	115577	92955

## ANEXO VII: FACTORES PARA CÁLCULOS DE GRÁFICAS DE CONTROL POR VARIABLES<sup>84</sup>

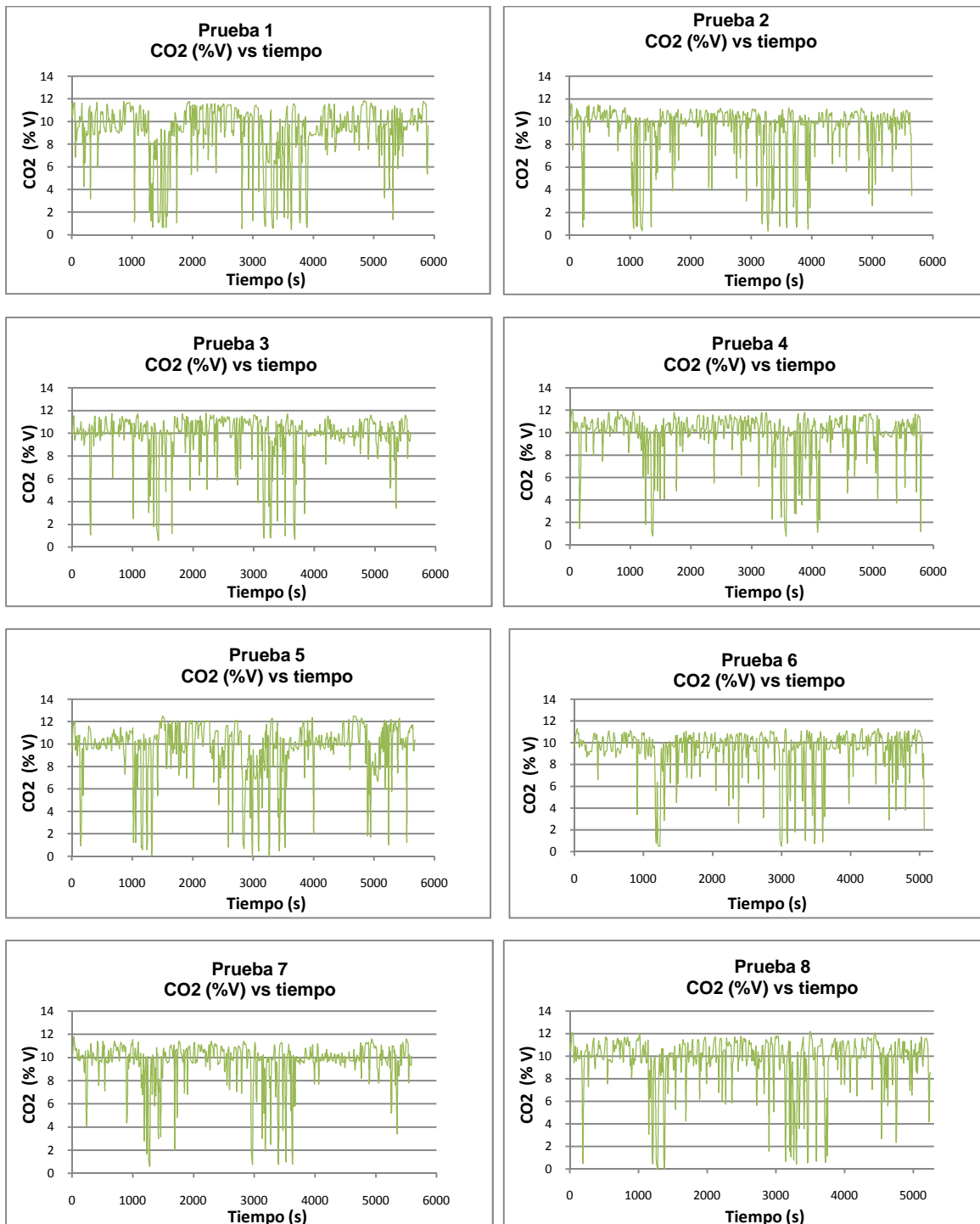
n	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	3,759	1,880	0	3,267	0	3,267
3	2,394	1,023	0	2,568	0	2,574
4	1,880	0,729	0	2,266	0	2,282
5	1,596	0,577	0	2,089	0	2,114
6	1,410	0,483	0,030	1,970	0	2,004
7	1,277	0,419	0,118	1,882	0,076	1,924
8	1,175	0,373	0,185	1,815	0,136	1,864
9	1,094	0,337	0,239	0,239	0,184	1,816
10	1,028	0,308	0,284	0,284	0,223	1,777

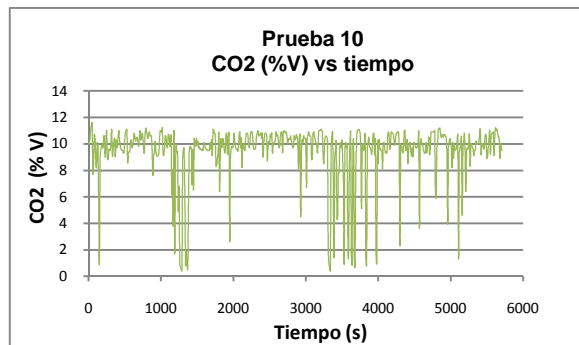
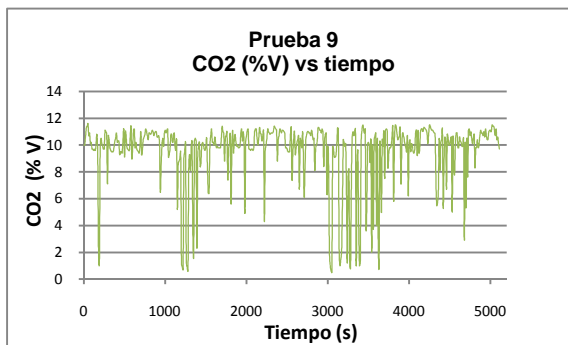
<sup>84</sup> CCICEV, Propuesta para la Fiscalización Técnica de los Seis Centros de Revisión y Control Vehicular del Distrito Metropolitano de Quito Durante el Año 2007; Quito; 2007.



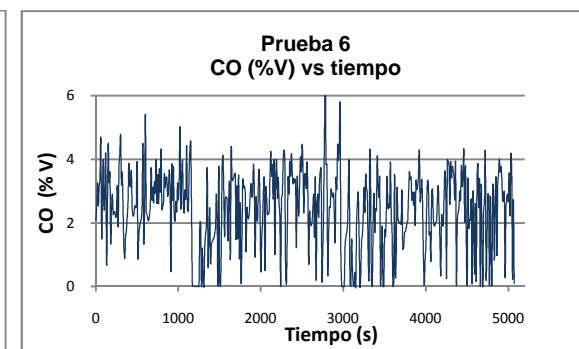
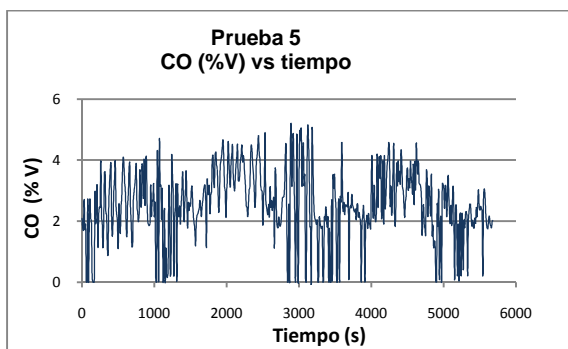
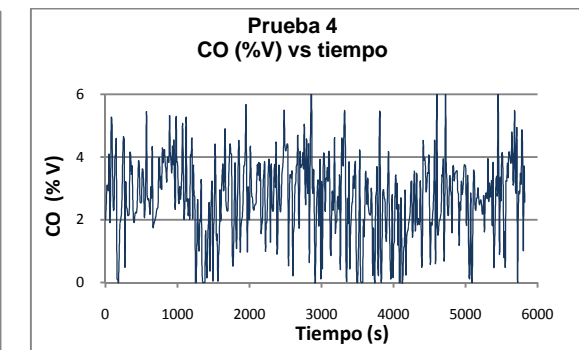
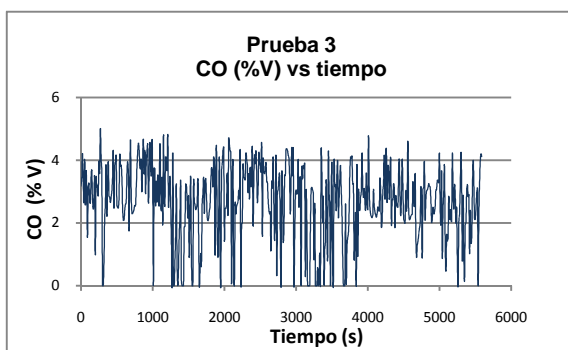
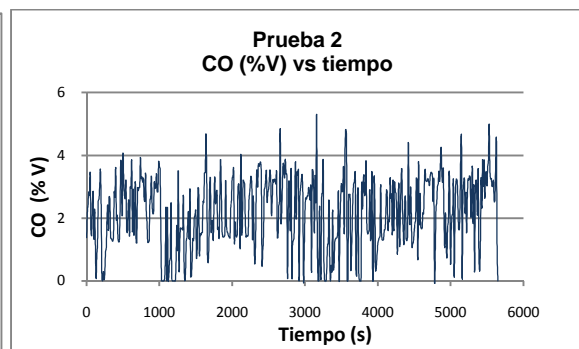
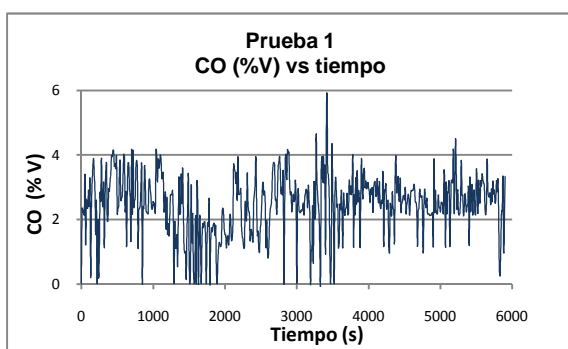
## ANEXO VIII: GRÁFICAS DE LAS MEDICIONES EN EL TIEMPO

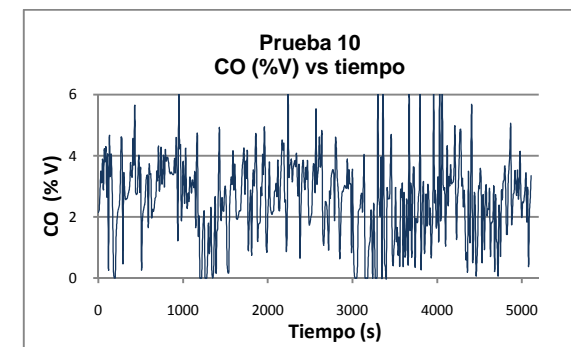
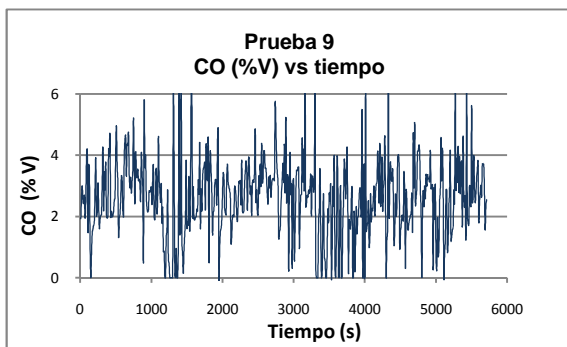
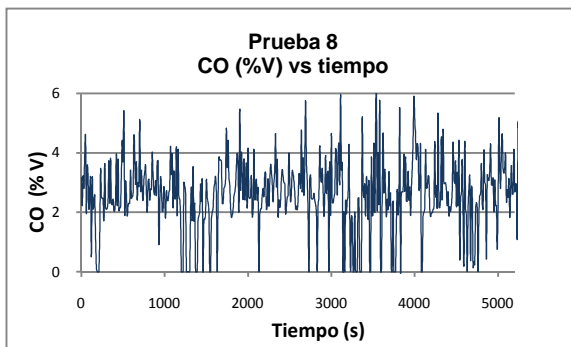
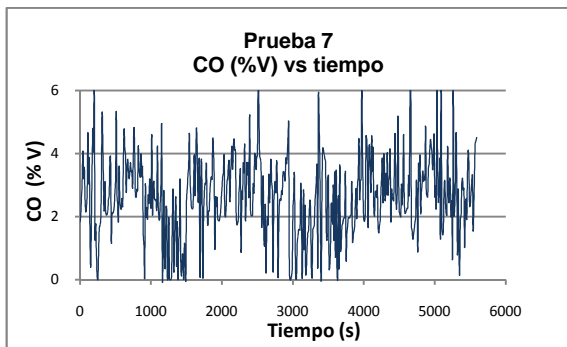
### 8.1 Gráficas de las mediciones del CO<sub>2</sub> de cada prueba realizada



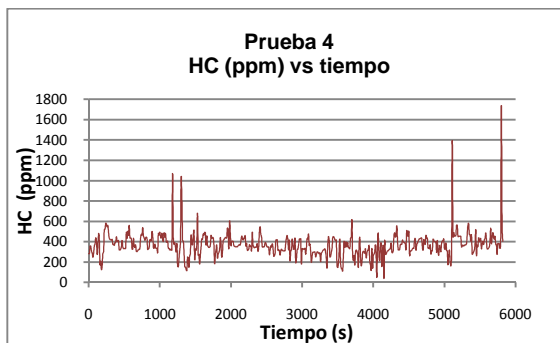
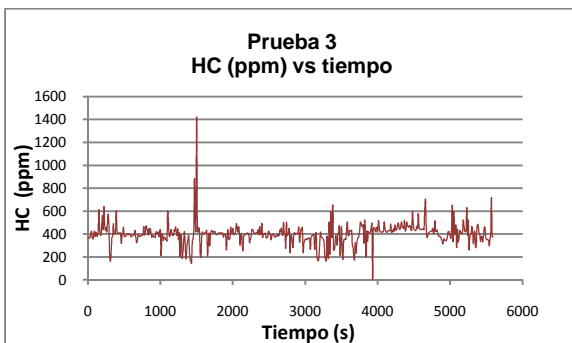
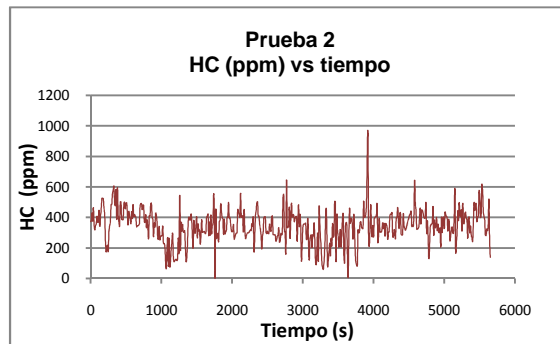
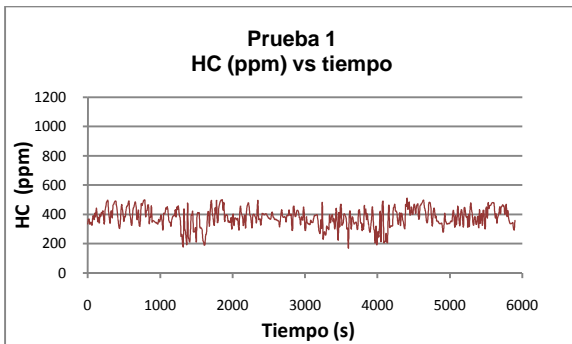


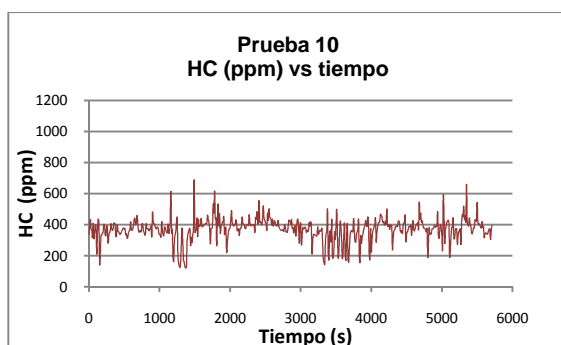
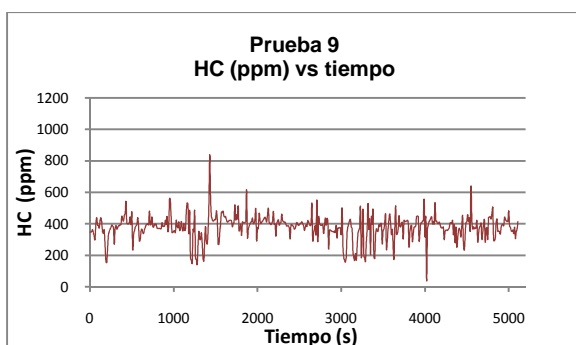
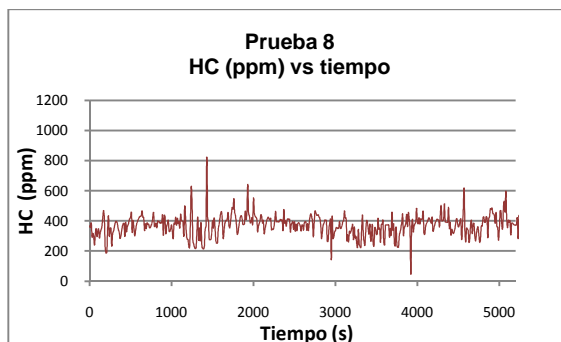
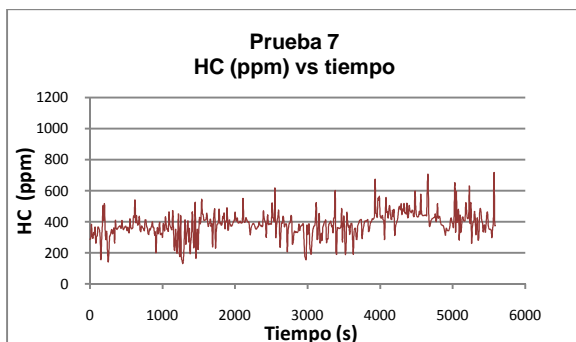
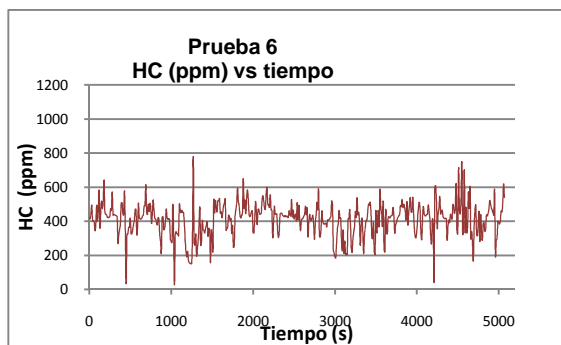
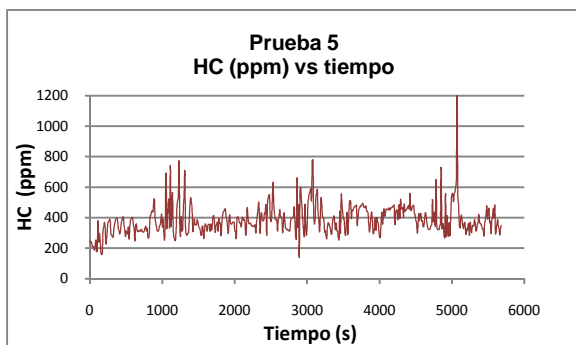
## 6.2 Gráficas de las mediciones del CO de cada prueba realizada



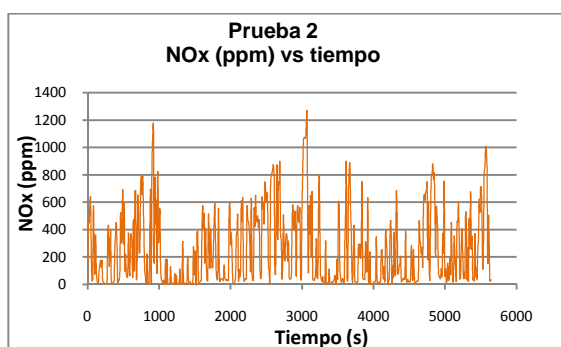
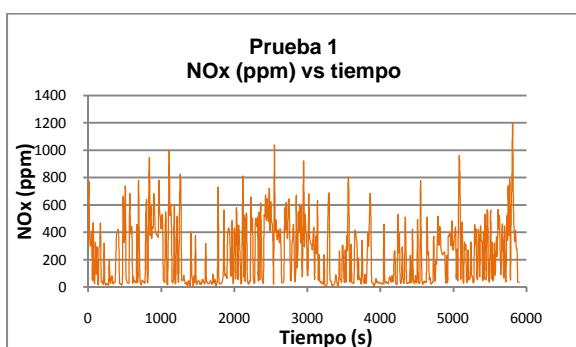


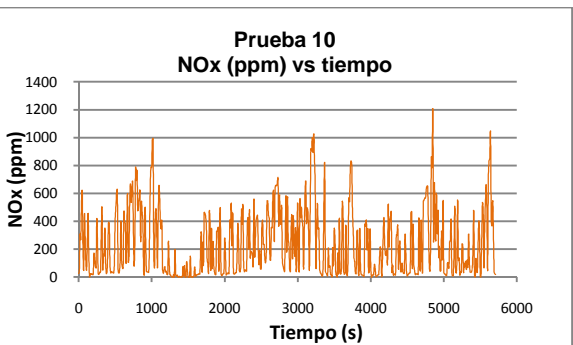
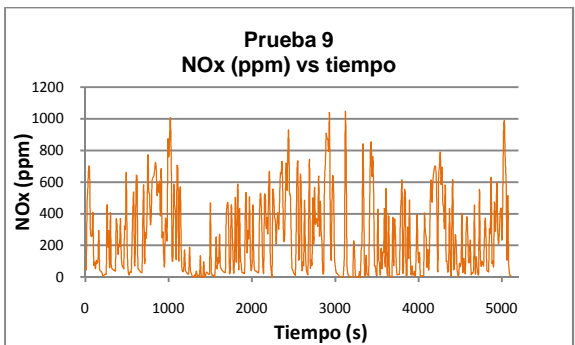
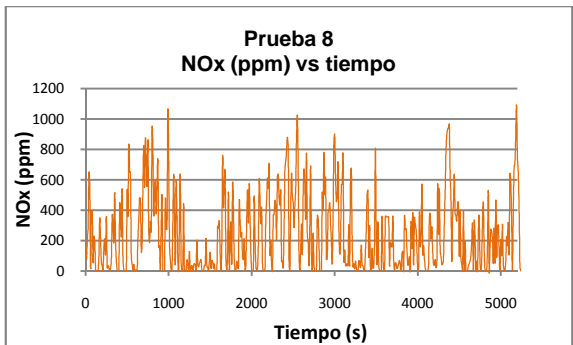
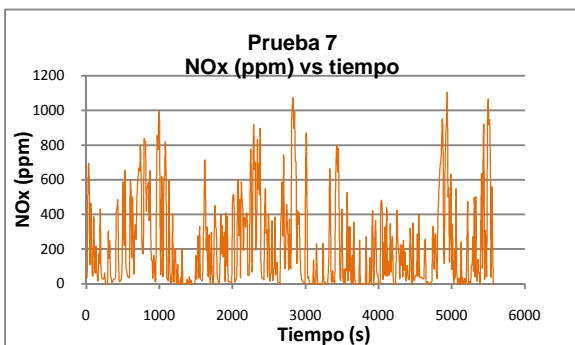
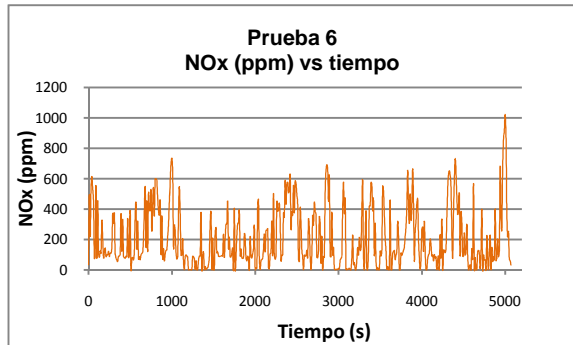
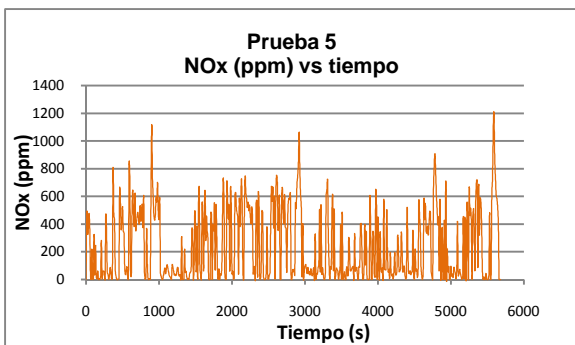
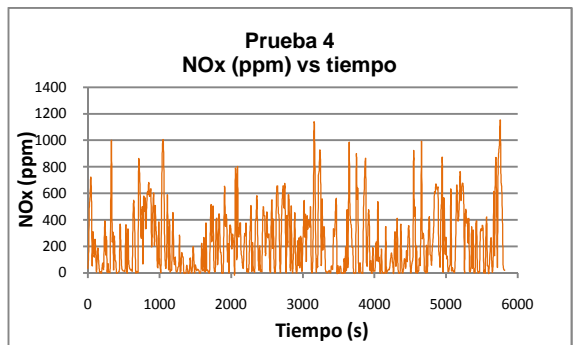
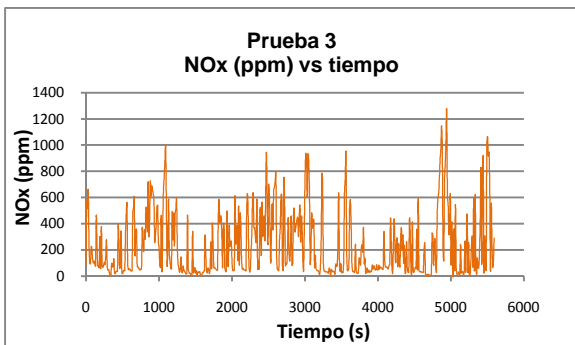
### 6.3 Gráficas de las mediciones de HC de cada prueba realizada





#### 6.4 Gráficas de las mediciones de NO<sub>x</sub> de cada prueba realizada





## ANEXO IX: OBTENCIÓN DE LOS VALORES PROMEDIOS DE LOS CONTAMINANTES PARA EL CÁLCULO DE LOS FACTORES DE EMISIÓN

### 9.1 Tabla de mediciones del CO

CO (%vol)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )
LUNES	2,45	2,66	
MARTES	2,68	2,67	2,675
MIERCOLES	2,55	2,56	2,555
JUEVES	2,62	2,60	2,610
VIERNES	2,58	2,60	2,590
			$\bar{\bar{X}} = 2,610$

### 9.2 Tabla de mediciones de los NO<sub>x</sub>

NO <sub>x</sub> (ppm)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )
LUNES	231	253	
MARTES	239	233	236,0
MIERCOLES	240	208	224,0
JUEVES	222	241	231,5
VIERNES	250	233	241,5
			$\bar{\bar{X}} = 233,25$

### 9.3 Tabla de mediciones de CO<sub>2</sub>

CO <sub>2</sub> (%vol)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )
LUNES	9,1	9,8	
MARTES	9,94	9,89	9,915
MIERCOLES	9,56	9,3	9,430
JUEVES	9,6	9,63	9,617
VIERNES	9,5	9,56	9,530
			$\bar{\bar{X}} = 9,630$

9.4 Tabla de mediciones de HC

HC (ppm)	Medición 1 (9h30 am)	Medición 2 (14h00 pm)	Promedio ( $\bar{X}$ )
LUNES	377	344	
MARTES	399	366	383
MIÉRCOLES	385	410	398
JUEVES	382	370	376
VIERNES	377	369	373
			$\bar{\bar{X}} = 382$

## ANEXO X: FICHA TÉCNICA DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE PEUGEOT 206<sup>85</sup>

		Consumo en L/100 km			CO2 (g/km)
	Potencia	Urbano	Extraurbano	Mixto	Mixto
1.4 L gasolina	75 cv	8,8	5,0	6,4	152
1.4 L HDI	70 cv	5,4	3,7	4,3	112

<sup>85</sup> MANUAL PEUGEOT; [www.peugeot.es](http://www.peugeot.es)