

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA

NTC
4983

2012-02-22

CALIDAD DEL AIRE.
EVALUACIÓN DE GASES DE ESCAPE DE
VEHICULOS AUTOMOTORES QUE OPERAN CON
CICLO OTTO. MÉTODO DE ENSAYO EN MARCHA
MÍNIMA (*RALENTÍ*) Y VELOCIDAD CRUCERO, Y
ESPECIFICACIONES PARA LOS EQUIPOS
EMPLEADOS EN ESTA EVALUACIÓN



E: AIR QUALITY. ASSESSMENT OF EXHAUST GAS
EMISSIONS FROM VEHICLES, USING ENGINES BASED
ON OTTO CYCLE. IDLE AND CRUISE SPEED TEST
METHOD AND SPECIFICATIONS FOR THE EQUIPMENT
USED IN THIS ASSESSMENT

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: calidad de aire; fuentes móviles.

I.C.S.: 01.040.13; 13.040.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2012-02-28

**NORMA TÉCNICA
COLOMBIANA**

**NTC
4983**

2012-02-22

**CALIDAD DEL AIRE.
EVALUACIÓN DE GASES DE ESCAPE DE
VEHICULOS AUTOMOTORES QUE OPERAN CON
CICLO OTTO. MÉTODO DE ENSAYO EN MARCHA
MÍNIMA (RALENTI) Y VELOCIDAD CRUCERO, Y
ESPECIFICACIONES PARA LOS EQUIPOS
EMPLEADOS EN ESTA EVALUACIÓN**



E AIR QUALITY ASSESSMENT OF EXHAUST GAS
EMISSIONS FROM VEHICLES, USING ENGINES BASED
ON OTTO CYCLE, IDLE AND CRUISE SPEED TEST
METHOD AND SPECIFICATIONS FOR THE EQUIPMENT
USED IN THIS ASSESSMENT

CORRESPONDENCIA:

DESCRIPTORES: calidad de aire; fuentes móviles.

I.C.S.: 01.040.13; 13.040.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. (571) 6078888 - Fax (571) 2221435

Prohibida su reproducción

Primera actualización
Editada 2012-02-28

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC 4983 (Primera actualización) fue ratificada por el Consejo Directivo de 2012-02-22.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 11. Calidad de aire:

ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE
ABURRÁ
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE CENTROS
DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ - ASO
CDA
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INDUSTRIALES
-ANDI-
AUTECO
AUTOCOM S.A.
AUTOGERMANA
AUTOMETHIC LTDA.
AUTOTOOLS LTDA.
AKT MOTOS
CADETEC
CARROS FRUISE
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL
-CAR-
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ
AUTOMAS
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ
CELTA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ
DE LA 50
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ
DEL ORIENTE COLOMBIANO
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ
DEL VALLE LTDA.

CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ
REVISIÓN PLUS
CENTRODIESEL
CITROEN COLOMBIA
COÉXITO S.A.
CONTROL AUTOS FUSAGASUGA
COMERKOL
COMPAÑÍA COLOMBIANA AUTOMOTRIZ
-CCA-
CONTROL GOLD
CHRYSLER COLOMBIA
DIAGNOSTIAUTOS S.A.
DIESEL Y TURBOS
DINISSAN
DISTOYOTA LTDA.
EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN
-E.P.M-
ENVIRONMENT & ENGINEERING
FANALCA - HONDA
FENALCO
FOTON
FORD MOTOR DE COLOMBIA SUC.
GAS NATURAL
GENERAL MOTORS, COLMOTORES
HINO MOTORS MANUFACTURING
COLOMBIA S.A.
IQSA S.A.S

INCOLMOTOS YAMAHA S.A.
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA,
METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES
DE COLOMBIA -IDEAM-
INDUTESA S.A.
IVESUR COLOMBIA
LINDE COLOMBIA S.A.
MAXITEK S.A.
METROKIA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO
SOSTENIBLE
MINISTERIO DE TRANSPORTE
MOTORYSA
NAVISTAR
NAVITRANS
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN
-ONAC-
PETROBRAS
PRACO DIDACOL
PREVICAR S.A.
RENAULT-SOFASA
RICARDO VICTORINO

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
-SDA-
SERVINTEC
SERVICOCHESES - ALGASES
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y
COMERCIO -SIC-
SUZUKI MOTOR DE COLOMBIA S.A.
TEAM LOGISTICS SERVICES
TECMA LTDA
TECNOINGENIERÍA
TECNO TEST
TOYOTA DE COLOMBIA
UMO S.A.
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA -
FACULTAD NACIONAL DE SALUD
PÚBLICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
-UNAL-
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE
COLOMBIA
VAS COLOMBIA
VRTEC Y CIA LTDA.

Además de las anteriores, en Consulta Pública el Proyecto se puso a consideración de las siguientes empresas:

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
-ACODAL-
ADMECOL LTDA.
AGA FANO S.A.
AMBIENCOL LTDA.
ASEDAN
ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
FÁBRICANTES DE AUTOPARTES
-ACOLFA-
ASOCIACIÓN DEL SECTOR AUTOMOTOR
Y SUS PARTES -ASOPARTES-
AUTOTÉCNICA COLOMBIANA S.A.
BAIRD SERVICE
CAJA DE COMPENSACIÓN FAMILIAR
COMFENALCO SANTANDER
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE CARTAGO LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE NARIÑO LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE NEIVA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE PALMIRA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE POPAYÁN

CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE RISARALDA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE TULÚA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DEL TOLIMA LTDA.
CENTRO DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTOR
DE LA 183
COLLISION SCS
COLOMBIANA DE COMERCIO AKT
MOTOS
COMPAÑÍA COLOMBIANA DE SERVICIO
AUTOMOTRIZ S.A.
COPIAL
CORPORACIÓN DE CIENCIA Y
TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO
DE LA INDUSTRIA NAVAL, MARÍTIMA Y
FLUVIAL
CUMMINS API S.A.
DAIMER CHRYSLER COLOMBIA S.A.
DISMACOR S.A.
DISTRIBUIDORA NISSAN S.A.
EASYTECH
ECOPETROL S.A.
ENVIRONMENT & ENGINEERING
ETERNA S.A.

FÁBRICA NACIONAL DE AUTOPARTES
S.A. FANALCA
FEDERACIÓN NACIONAL DE
COMERCIANTES - FENALCO BOGOTÁ
FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
GM COLMOTORES S.A.
GOLD ELECTRONIC LTDA.
HYUNDAUTOS
INDUSTRIAS TENOLOGÍA DE EQUIPOS
PARA SECCIÓN AUTOMOTRIZ
INDUTEST S.A.
INDUSTRIAS TENOLOGÍA DE EQUIPOS
PARA SECCIÓN AUTOMOTRIZ
INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA
Y ESTUDIOS AMBIENTALES
JAIRO PÉREZ AVELLA Y CÍA. LTDA.
JUAN BARAJAS & CÍA. LTDA.
MEC C. I. SERVICIOS INTERNACIONALES
MECATRÓNICA
MEDIDORES TÉCNICA EQUIPOS S.A. C I

MOTOS JIALING S.A.
PARQUES Y FUNERARIAS S.A.
JARDINES DEL RECUERDO
PREVICAR S.A.
PRODUCTOS ALIMENTICIOS DORIA S.A.
SECRETARIA DE TRANSITO Y
TRANSPORTE DE BOGOTÁ
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
(REGIONAL BOGOTÁ)
SHELL COLOMBIA S.A.
SINGECIEL LTDA.
SNAP-ON EQUIPMENT INTERNATIONAL
SOCIEDAD DE FABRICACIÓN DE
AUTOMOTORES S. A.
SUBARÚ DE COLOMBIA S.A.
SUPERINTENDENCIA DE PUERTOS Y
TRANSPORTES
SYNTOFARMA S.A.
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
URIGO LTDA.

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales y otros documentos relacionados.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

CONTENIDO

	Página
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. DEFINICIONES.....	2
4. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS GASES DE ESCAPE.....	3
4.1 GENERALIDADES	3
4.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.....	5
5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS DEL ANALIZADOR DE GASES DE ESCAPE	6
5.1 GENERALIDADES	6
5.2 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES	9
5.3 SOFTWARE Y HARDWARE DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES	16
5.4 UTILIZACIÓN DEL EQUIPO (ANALIZADOR DE GASES)	19
6. REPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RESULTADOS	19
ANEXOS	
ANEXO A (Informativo) DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS GASES DE ESCAPE.....	23
ANEXO B (Informativo) DIAGRAMA DE BLOQUES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOFTWARE	24

CONTENIDO

	Página
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. DEFINICIONES.....	2
4. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS GASES DE ESCAPE.....	3
4.1 GENERALIDADES	3
4.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN.....	5
5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS DEL ANALIZADOR DE GASES DE ESCAPE	6
5.1 GENERALIDADES	6
5.2 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES	9
5.3 SOFTWARE Y HARDWARE DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES	16
5.4 UTILIZACIÓN DEL EQUIPO (ANALIZADOR DE GASES)	19
6. REPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RESULTADOS	19
ANEXOS	
ANEXO A (Informativo)	
DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS GASES DE ESCAPE	23
ANEXO B (Informativo)	
DIAGRAMA DE BLOQUES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SOFTWARE	24

ANEXO C (Informativo)	
BIBLIOGRAFIA.....	25

TABLAS

Tabla 1. Parámetros de medición.....	9
Tabla 2. Resolución mínima de los datos.....	10
Tabla 3. Puntos de verificación.....	11
Tabla 4. Requisitos del analizador de gases.....	14
Tabla 5. Datos del Centro de Diagnóstico Automotor, ensamblador o concesionario y autoridad ambiental.....	19
Tabla 6. Datos del equipo (analizador de gases).....	20
Tabla 7. Datos de la prueba.....	20
Tabla 8. Datos del propietario del vehículo.....	21
Tabla 9. Datos del vehículo.....	21
Tabla 10. Resultados de las pruebas.....	22

3. DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones, sin perjuicio de lo establecido en la reglamentación vigente:

3.1 Auto cero. Descontaminación automática del banco, mediante la entrada de aire ambiente filtrado al sistema, para llevar los valores de HC, CO y CO₂ al mínimo.

NOTA Para la presente norma la expresión HC se refiere a hidrocarburos gaseosos.

3.2 Calibración. Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

3.3 Dilución Disminución de la concentración de los compuestos contaminantes presentes en el gas de escape de un vehículo automotor debido a un aumento excesivo en la concentración de oxígeno presente en la muestra analizada.

3.4 Equipo (analizador de gases). Es el conjunto completo de todos los accesorios y elementos necesarios para la determinación de las concentraciones de los diferentes contaminantes en los gases de escape de los vehículos que operan con ciclo OTTO.

3.5 Error máximo permitido. Valor extremo del error permitido para el analizador de gases

3.6 Exactitud de medida, exactitud. Proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando

3.7 Hardware. Conjunto físico con el que cuenta el analizador de gases, incluyendo estructura, elementos de cómputo, sondas, sensores, mecanismos, sistemas eléctricos y electrónicos, entre otros.

3.8 Repetibilidad de medición, Repetibilidad. Precisión de medición bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad

3.9 Ruido del analizador. Desviaciones aleatorias observadas, cuando son realizadas repetidas mediciones controladas de forma continua. Para los analizadores de gases, el ruido en las lecturas es la conjugación de varios tipos de ruido inherentes al instrumento de medida.

Matemáticamente puede definirse el ruido de cada canal como la desviación estándar de la muestra de un conjunto de mediciones realizadas de forma continua por el analizador de gases.

3.10 Software de aplicación. Programa que permite el desarrollo secuencial, funciones del analizador y registro de cada una de las condiciones de la prueba de inspección de un vehículo relacionada con las emisiones de gases contaminantes.

3.11 Temperatura mínima para la prueba. Es la temperatura mínima del motor medida en el aceite lubricante o en el bloque del motor requerida para realizar la prueba de emisiones de gases, o el procedimiento de calentamiento establecido en la presente norma.

3.12 Velocidad de crucero. Para los fines de esta norma, corresponden a 2 500 r/min $\pm$ 250 r/min, las cuales son mantenidas estables y sin carga al motor, con las luces encendidas en neutro o condición de parqueo y sin ningún otro elemento de consumo eléctrico encendido.

3. DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones, sin perjuicio de lo establecido en la reglamentación vigente:

3.1 Auto cero. Descontaminación automática del banco, mediante la entrada de aire ambiente filtrado al sistema, para llevar los valores de HC, CO y CO₂ al mínimo.

NOTA Para la presente norma la expresión HC se refiere a hidrocarburos gaseosos.

3.2 Calibración. Operación que bajo condiciones especificadas establece, en una primera etapa, una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas y, en una segunda etapa, utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación.

3.3 Dilución Disminución de la concentración de los compuestos contaminantes presentes en el gas de escape de un vehículo automotor debido a un aumento excesivo en la concentración de oxígeno presente en la muestra analizada.

3.4 Equipo (analizador de gases). Es el conjunto completo de todos los accesorios y elementos necesarios para la determinación de las concentraciones de los diferentes contaminantes en los gases de escape de los vehículos que operan con ciclo OTTO.

3.5 Error máximo permitido. Valor extremo del error permitido para el analizador de gases

3.6 Exactitud de medida, exactitud. Proximidad entre un valor medido y un valor verdadero de un mensurando

3.7 Hardware. Conjunto físico con el que cuenta el analizador de gases, incluyendo estructura, elementos de cómputo, sondas, sensores, mecanismos, sistemas eléctricos y electrónicos, entre otros.

3.8 Repetibilidad de medición, Repetibilidad. Precisión de medición bajo un conjunto de condiciones de repetibilidad

3.9 Ruido del analizador. Desviaciones aleatorias observadas, cuando son realizadas repetidas mediciones controladas de forma continua. Para los analizadores de gases, el ruido en las lecturas es la conjugación de varios tipos de ruido inherentes al instrumento de medida.

Matemáticamente puede definirse el ruido de cada canal como la desviación estándar de la muestra de un conjunto de mediciones realizadas de forma continua por el analizador de gases.

3.10 Software de aplicación. Programa que permite el desarrollo secuencial, funciones del analizador y registro de cada una de las condiciones de la prueba de inspección de un vehículo relacionada con las emisiones de gases contaminantes.

3.11 Temperatura mínima para la prueba. Es la temperatura mínima del motor medida en el aceite lubricante o en el bloque del motor requerida para realizar la prueba de emisiones de gases, o el procedimiento de calentamiento establecido en la presente norma.

3.12 Velocidad de crucero. Para los fines de esta norma, corresponden a 2 500 r/min $\pm$ 250 r/min, las cuales son mantenidas estables y sin carga al motor, con las luces encendidas en neutro o condición de parqueo y sin ningún otro elemento de consumo eléctrico encendido.

4.1.2.5 Para realizar las determinaciones de los valores de las concentraciones de los gases de escape en vehículos con doble tubo de escape, se debe utilizar una sonda de prueba con punta doble.

4.1.3 Inspección y preparación previa del vehículo por parte del inspector

4.1.3.1 Se debe digitar la información del propietario, del vehículo respectivo, de acuerdo con lo establecido en el numeral 6 de la presente norma.

NOTA Los datos del vehículo pueden ser introducidos por el inspector o un ayudante en un terminal remoto.

4.1.3.2 Se debe verificar que la transmisión esté en neutro (transmisiones manuales) o en parqueo o neutral (transmisiones automáticas).

4.1.3.3 Se deben encender las luces y comprobar que cualquier otro equipo eléctrico este apagado.

4.1.3.4 Se debe colocar en marcha el motor del vehículo y verificar que éste llegue a su temperatura mínima de prueba, mediante las lecturas dadas por el sensor de temperatura, verificando que se cumplan las siguientes condiciones:

- 60 °C, cuando se mide en el aceite lubricante del motor.
- 45 °C, cuando se mide en el bloque del motor.

4.1.3.5 Una vez medida la temperatura mínima inicial, y haya sido registrada por el software de aplicación, el sensor de temperatura puede ser retirado.

4.1.3.6 En caso de no ser posible medir directamente la temperatura del motor, o que aun medida no se logre alcanzar la temperatura mínima, o en vehículos con convertidor catalítico, se debe mantener el vehículo a revoluciones crucero, por un periodo de dos (2) min, condición que debe ser controlada por el software de aplicación.

4.1.3.7 Se debe verificar que no se presente ninguna de las siguientes condiciones anormales:

- Existencia de fugas en el tubo, uniones del múltiple y silenciador del sistema de escape del vehículo.
- Salidas adicionales en el sistema de escape diferentes a las de diseño original del vehículo.
- Ausencia de tapones de aceite o fugas en el mismo
- Ausencia de tapas o tapones de combustible o fugas en el mismo
- Sistema de admisión de aire en mal estado (filtro roto, o deformado) o ausencia del filtro de aire
- Desconexión de sistemas de recirculación de gases provenientes del Carter del motor. (Por ejemplo válvula de ventilación positiva del *Carter*).
- Instalación de accesorios o deformaciones en el tubo de escape que no permitan la introducción de la sonda.

- Incorrecta operación del sistema de refrigeración, cuya verificación se hará por medio de inspección.

NOTA 1 Esta inspección puede consistir en verificación de fugas, verificación del estado del ventilador del sistema, vibraciones o posibles contactos por deflexión de los alabes del ventilador a altas revoluciones o elementos con sujeción inadecuada, entre otras.

NOTA 2 Para las ensambladoras se tienen en cuenta las verificaciones en la línea de ensamble.

En caso de presentarse alguna de estas condiciones, el inspector ingresará la respectiva observación al software de aplicación para que se genere automáticamente el informe de rechazo para el vehículo en prueba.

NOTA 1 Las anteriores inspecciones no son secuenciales

NOTA 2 Los orificios de drenaje propios del diseño original que se presentan en algunos tubos de escape no se deben considerar como fugas y por lo tanto no generan el rechazo del vehículo.

4.1.3.8 Tomar la lectura de revoluciones del motor a través del tacómetro del analizador y verificar que las revoluciones en ralentí corresponden a las especificadas por el fabricante.

4.1.3.9 Cuando las especificaciones del fabricante no se conozcan, estas deben estar entre 400 r/min y 1100 r/min. Si se encuentra que dichas revoluciones están por fuera del parámetro, o presentan una inestabilidad de ± 150 r/min, el software de aplicación debe generar automáticamente el certificado de rechazo para el vehículo en prueba.

4.1.3.10 Con las sondas de temperatura y revoluciones instaladas en el vehículo, efectuar una aceleración a $2\,500\text{ rpm} \pm 250\text{ rpm}$, manteniendo esta condición por veinte (20) s. Si se observa emisión de humo, negro o azul y éste se presenta de manera constante por más de diez (10) s tanto en condición de *Ralentí* como en *crucero*, no se continuará con el procedimiento de prueba y el vehículo debe ser rechazado. En este caso, el operario debe ingresar al sistema la correspondiente información, para que el software del analizador permita la generación del certificado de rechazo de la prueba para dicho vehículo.

4.2 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN

4.2.1 Una vez se hayan desarrollado las actividades establecidas en el numeral 4.1 contenidas en la presente norma, se debe efectuar el siguiente procedimiento para la toma y análisis de la muestra de gases y la respectiva presentación de resultados.

4.2.2 Se debe impedir la realización o finalización de las pruebas cuando el equipo no haya alcanzado o detecte que no se cumplen sus requisitos de estabilidad, temperatura de operación, verificación y ajuste, prueba de residuos y en general todos aquellos requisitos establecidos en la presente norma, hasta tanto los mismos no estén dentro de los parámetros fijados. En tal caso el software de aplicación debe abortar la prueba.

4.2.3 Introducir la(s) punta(s) de sonda en el tubo de escape del vehículo.

4.2.4 Acelerar el vehículo hasta condiciones de velocidad de *crucero*, por treinta (30) s. El analizador de gases debe registrar el promedio de los valores medidos de las concentraciones de los gases de escape en los últimos cinco (5) s.

4.2.5 Retornar a la condición de marcha mínima o *ralentí* especificada por el fabricante o ensamblador, o en su defecto a un máximo de 1 100 r/min y mantener esta condición por treinta (30) s. El analizador de gases debe registrar el promedio de los valores medidos de las concentraciones de los gases de escape en los últimos cinco (5) s.

4.2.6 Fin de la prueba,

NOTA Se recomienda apagar el vehículo antes de desconectar el tacómetro y extraer la sonda o sondas según el caso, del tubo (o tubos) de escape.

5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS DEL ANALIZADOR DE GASES DE ESCAPE

El analizador debe ser compatible con todos los tipos de ambientes de trabajo de servicio automotriz y operar bajo las condiciones y requisitos de desempeño enunciados a continuación.

5.1 GENERALIDADES

5.1.1 Características físicas del analizador

5.1.1.1 El analizador debe estar equipado con un mueble o gabinete que cuente con un espacio para almacenar todos los accesorios y manuales de operación. Este debe tener un diseño tal que facilite el acceso para el procedimiento de rutina, servicio y cambio de componentes.

5.1.1.2 Los componentes electrónicos del analizador deben estar protegidos contra riesgos que afecten su funcionamiento, (polvo, humedad, golpes, etc.) dentro o fuera del mueble.

5.1.1.3 La organización propietaria del equipo debe garantizar el suministro de los gases de referencia para la verificación y preparación del equipo de medición.

NOTA 1 El espacio para los cilindros no necesariamente debe estar en el mueble o gabinete.

NOTA 2 Los cilindros deben almacenarse en espacios ventilados y siguiendo las instrucciones de seguridad definidas por el fabricante del mismo.

5.1.2 Sensores periféricos

5.1.2.1 Sensor de temperatura

Se debe contar con un sensor para la estimación de la temperatura de operación del motor. El sensor debe estar acoplado al software de aplicación, con el fin de realizar las notificaciones especificadas en el numeral 4.1.3.4. El error máximo permitido debe ser de 5 %, en un rango mínimo de medición de 0 °C a 100 °C.

5.1.2.2 Sensor de velocidad de giro

Se debe contar con un sensor de velocidad de giro acoplado al software de aplicación, con el fin de realizar las inspecciones iniciales (véase el numeral 4.1.3.6) y el control sobre las pruebas de ralentí y crucero. El tiempo de respuesta máximo debe ser de 0,5 s y el error máximo permitido para este sensor es de 2 % de la medida, para una velocidad de giro medida en revoluciones por minuto (r/min).

5.1.2.3 Sensor de temperatura ambiente

Se debe contar con un sensor a para la medición de la temperatura ambiente. El sensor debe estar acoplado al software de aplicación, con el fin de realizar las notificaciones y restricciones especificadas en el numeral 4.1.1. El error máximo permitido para este sensor es de ± 2 °C.

5.1.2.4 Sensor de humedad relativa.

Se debe contar con un sensor para la medición de la humedad relativa. El sensor debe estar acoplado al software de aplicación, con el fin de realizar las notificaciones y restricciones especificadas en el numeral 4.1.1. El error máximo permitido para este sensor es de $\pm 3\%$.

NOTA El sensor de temperatura y el de humedad relativa especificados anteriormente podrán ser integrados en un solo dispositivo o en forma separada.

5.1.2.5 Toma y registro de revoluciones y temperatura del motor.

5.1.2.5.1 El software y hardware del equipo no deben permitir que el inspector:

- Realice el ingreso manual de las revoluciones o de la temperatura del motor,
- Modifique los valores medidos.

5.1.2.5.2 Se debe seleccionar en el hardware o software el número de cilindros del motor y su sistema de encendido cuando la tecnología de medición lo requiera. Esta selección o ingreso de parámetros deben realizarse durante la preparación del vehículo y no permitir la modificación de esos parámetros durante la prueba.

5.1.3 Características de los componentes eléctricos de los equipos y aislamiento electromagnético.

5.1.3.1 Se debe asegurar que el equipo cumpla con lo establecido en la norma EN 61010-1, la que la modifica o sustituya, o su equivalente (ejemplo: UL 3111, IEC 1010). Además, se debe asegurar que las lecturas no varíen como resultado de la radiación electromagnética, y los mecanismos de inducción que se encuentran normalmente en el ambiente automotriz.

5.1.3.2 Además, el fabricante debe proteger el procesador del analizador y los componentes de memoria para prevenir la pérdida de los programas y de los registros de las pruebas.

5.1.4 Protección contra choque y vibración

El funcionamiento del sistema no debe verse afectado por la vibración y choque encontrados bajo condiciones normales de operación en un ambiente automotriz. Para tal efecto deben estar montados en un sistema que le permita absorber cualquier vibración que afecte la operación normal del equipo.

5.1.5 Temperatura y humedad de operación del analizador

El analizador y el hardware, deben operar dentro de las especificaciones de desempeño establecidas por el fabricante del equipo sin perjuicio de las condiciones ambientales para la ejecución de la prueba establecidas en esta norma.

5.1.6 Tiempo de calentamiento del analizador

La operación del equipo para realizar pruebas, permanecerá inhabilitada a través de un bloqueo automático, hasta tanto el analizador no se encuentre en condiciones de calentamiento y estabilidad adecuadas, de acuerdo a las especificaciones dadas por el fabricante. Cuando se alcancen estos requisitos, se puede continuar con la verificación de HC Residual, fugas y demás requisitos de esta norma. Si el analizador no logra la estabilidad dentro de la franja de tiempo determinada por el fabricante, el equipo debe permanecer bloqueado y presentar una instrucción al inspector para que acuda al servicio.

5.1.7 Conectividad

Se debe garantizar la conectividad para el envío y/o recepción de información de acuerdo a lo establecido por la autoridad competente.

5.1.8 Dispositivos de corte

5.1.8.1 El analizador debe estar equipado con un(os) dispositivo(s) de corte que controle(n) automáticamente tres vías, una (1) para el puerto de introducción de la muestra de gases a analizar, una (1) para el puerto de calibración con el gas patrón y una (1) para el puerto de la realización del auto-cero.

5.1.8.2 El puerto o entrada de aire limpio para el auto cero debe contar con un filtro de carbón activado o tecnología superior que elimine los HC de la entrada de aire. Los filtros a usar deben cumplir con las especificaciones técnicas de diseño definidas por el fabricante del analizador

5.1.9 Compensación barométrica de presión

5.1.9.1 El analizador debe emplear un sistema de corrección automática de lecturas por compensación barométrica de presión. Dicha compensación debe realizarse siempre, para todos los rangos de altura sobre el nivel del mar.

5.1.9.2 Esta característica debe ser declarada por escrito ante la autoridad nacional competente por el fabricante del banco infrarrojo de gases

5.1.9.3 Los errores debidos a cambios en la presión barométrica de $\pm 6,78$ kPa (± 2 pulgadas de mercurio), no deben alterar la exactitud establecida en esta especificación para el resultado de cualquier evaluación.

5.1.10 Indicador de flujo bajo

5.1.10.1 El analizador debe estar equipado con un sistema que tenga la capacidad de determinar la existencia de un flujo degradante en las mediciones

5.1.10.2 Este error de medición no debe exceder el 3 % de la escala completa ni presentar un tiempo de respuesta superior a trece (13) s para llegar al 90 % de la escala de medición.

5.1.11 Factor de equivalencia de propano (FEP o PEF por sus siglas en inglés) e identificación

El número serial del analizador y el número del serial del banco de gases y el factor de equivalencia de propano (PEF) deben estar inscritos en algún lugar accesible y presentado en forma clara para su verificación. Adicionalmente en pantalla deben mostrarse los datos especificados en el numeral 5.3.

5.1.12 Intensidad de rayo (NDIR)

En el punto de realización de la prueba, deben existir las especificaciones o fichas técnicas del fabricante, de tal manera que se puedan constatar desde qué punto ocurre la degradación a partir de la cual no se puede corregir la señal. Cuando el rayo se degrade más allá del valor de ajuste del analizador, se debe bloquear automáticamente el equipo.

5.1.13 Velocidad de renovación o actualización de la información en pantalla

La información dinámica que se presenta continuamente en la pantalla, debe renovarse o actualizarse a un mínimo de dos veces por segundo.

5.1.14 Requisitos de energía

El analizador de gases debe operarse con los requisitos de energía (voltaje y frecuencia) dentro de las tolerancias especificadas por el fabricante del mismo, si es requerido se debe contar con estabilizadores o sistemas que indiquen si la energía esta por fuera de las tolerancias especificadas; si opera con baterías o usando la batería del vehículo, se debe contar con un indicador que advierta al inspector cuando la energía suministrada se encuentre fuera de tolerancia.

5.1.15 Manual de instrucciones del inspector

Se debe tener acceso a los manuales de operación del equipo en el lugar de medición, en medio impreso o digital, en idioma español.

5.1.16 Dilución

El software debe detectar cuando exista una dilución de las muestras de escape por medio de los valores de la célula de oxígeno y los valores de CO_2 del banco de gases, de tal manera que cuando las concentraciones de CO_2 estén por debajo del 7 % y/o las de oxígeno excedan el 5 %, el equipo indicara una dilución de gases excesiva y en consecuencia el vehículo en prueba debe ser rechazado. Estos valores deben determinarse y registrarse de acuerdo al promedio de las lecturas arrojadas por el analizador durante los últimos cinco segundos del ensayo.

5.2 PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES

El banco de gases debería funcionar bajo el principio de absorción infrarroja no dispersiva, para la determinación de las concentraciones de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC) y dióxido de carbono (CO_2) en los gases de escape.

NOTA Otros principios de operación son posibles siempre y cuando sean avalados por la autoridad competente y cumplan con los requisitos establecidos en la presente norma.

5.2.1 Parámetros de medición

Los gases de escape cuyas concentraciones se deben determinar y las unidades de medida en que se deben reportar son:

Tabla 1. Parámetros de medición

Parámetro	Símbolo	Intervalo mínimo de medición	Unidad
Monóxido de carbono	CO	0 a 10	% en volumen
Dióxido de carbono	CO_2	0 a 20	% en volumen
Hidrocarburos (en términos de n-hexano)	HC	0 a 10 000	ppm (partes por millón)
Oxígeno	O_2	0 a 22	% en volumen

5.2.2 Resolución mínima de los datos obtenidos por el equipo (analizador de gases)

Los elementos electrónicos del analizador deben contar con la suficiente resolución y exactitud para lograr lo siguiente:

Tabla 2. Resolución mínima de los datos

Parámetro	Resolución
HC	1 ppm.
CO	0,01 %
CO ₂	0,1 %
O ₂	0,1 %
r/min.	10 r/min
Temperatura	1 °C

5.2.3 Auto cero e intervalo de medición

5.2.3.1 Generalidades

5.2.3.1.1 El analizador debe realizar un procedimiento de auto-cero en el cual se comparan sus lecturas con aquellas que se suponen limpias y debidamente filtradas, procedentes del ambiente, y realizar el ajuste a cero. La lectura de O₂ debe ser tomada del sensor de oxígeno definido por el fabricante del equipo y el valor reportado debe encontrarse entre 20 % y el 22 %.

5.2.3.1.2 El analizador debe contar con un procedimiento interno de comprobación de correcto funcionamiento en sus canales de HC, CO, y CO₂ y los valores reportados deben encontrarse dentro de una tolerancia del 3 % de la escala más baja.

5.2.3.1.3 Si el resultado de estas verificaciones no es satisfactorio el equipo debe bloquearse e informar en pantalla esta situación.

5.2.3.2 Umbral de bloqueo de la desviación de cero.

5.2.3.2.1 En el punto de realización de la prueba, deben existir las especificaciones o fichas técnicas del fabricante, de tal manera que se puedan constatar desde qué punto ocurre el bloqueo de la desviación.

5.2.3.2.2 Cuando el analizador este fuera de especificaciones de fábrica, el equipo debe bloquearse para realizar pruebas y mostrar una instrucción para que el inspector solicite servicio de mantenimiento.

5.2.3.3 Bloqueo del sistema durante el calentamiento y ajuste de cero inicial.

5.2.3.3.1 La operación funcional de la unidad de muestreo de gases, permanecerá inhabilitada a través de un bloqueo automático del sistema, hasta que el analizador cumpla con los requisitos de estabilidad y calentamiento. El instrumento se considerará en temperatura correcta ("caliente") cuando las lecturas de cero e intervalo de medición para HC, CO, y CO₂ se hayan estabilizado en 3 % del rango de la escala más baja, por cinco (5) min, sin hacer ningún ajuste, para lo cual el sistema mostrará dicha condición en pantalla.

5.2.3.3.2 Cuando se alcance la estabilidad y se satisfagan los requisitos de calentamiento, se debe continuar con las pruebas de verificación de HC residual y fugas. Es condición que las tres pruebas sean exitosas, para permitir el acceso al programa de muestreo.

5.2.3.4 Puntos de verificación del intervalo de medición.

El equipo debe seguir de manera automática, un procedimiento de verificación y ajuste con dos puntos de gas de referencia como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Puntos de verificación

Punto bajo	Punto Alto
300 ppm. de propano	1 200 ppm. de propano
1,0 % de monóxido de carbono (CO)	4,0 % de monóxido de carbono (CO)
6,0 % de dióxido de carbono (CO ₂)	12,0 % de dióxido de carbono (CO ₂)

Se puede emplear el aire ambiente para verificar el sensor de O₂.

Los gases de referencia para verificaciones deben cumplir con las especificaciones establecidas en el numeral 5.2.4.6.

5.2.4 Verificación, ajuste y calibración

5.2.4.1 Verificación y ajuste

5.2.4.1.1 El analizador debe requerir una verificación con gas de referencia para HC, CO y CO₂ en los valores de las concentraciones indicadas en el numeral 5.2.7.1, cada tres días o con mayor frecuencia si así lo recomienda el fabricante, proveedor del mismo o por decisión del inspector; si no se hace una verificación con un resultado exitoso en el tiempo programado, o se exceda dicho periodo, el analizador debe bloquearse automáticamente para la realización de pruebas, hasta tanto no se cumpla con este requisito. Se considera exitosa la verificación con gas de referencia, si se satisfacen las especificaciones de exactitud requeridas en la Tabla 4.

5.2.4.1.2 Una vez realizado el procedimiento de verificación, el software de aplicación debe reportar si la verificación fue exitosa o si se requiere realizar algún ajuste sobre el equipo. En caso que sea necesario practicar algún ajuste o rutina de mantenimiento, el software de aplicación debe mostrar en la pantalla del equipo de computo una instrucción que le indique al inspector que el equipo requiere de servicio o en su defecto, instrucciones adecuadas para que el inspector realice el ajuste en caso que sea posible, ya sea manual, automática o semiautomática. Una vez realizado el ajuste sobre el equipo, se debe realizar nuevamente el proceso de verificación de acuerdo a lo indicado en el inciso anterior.

5.2.4.1.3 La verificación con gas de referencia, debe realizarse introduciendo el gas patrón de concentración conocida, a través del puerto de calibración. Este gas debe cumplir con los requisitos indicados en el numeral 5.2.4.6.

5.2.4.2 Calibración

Se deben realizar calibraciones de acuerdo con un plan que tenga en cuenta las recomendaciones del fabricante, el número de pruebas, el tiempo transcurrido de funcionamiento y lo establecido por la autoridad competente.

5.2.4.3 Gas patrón para las calibraciones

5.2.4.3.1 El establecimiento debe garantizar la disponibilidad permanente de todos los gases de referencia, requeridos según el numeral 5.2.4.6 y los puntos de verificación de la Tabla 3. Se debe identificar el tipo de gas que contiene cada cilindro.

5.2.4.3.2 Los conectores empleados en los cilindros de gas patrón, deben estar diseñados de modo que los cilindros que contienen diferentes concentraciones o composiciones de gas no se puedan conmutar. Como alternativa, se podrán emplear los mismos conectores en todos los cilindros requeridos, si el software de aplicación presenta instrucciones adecuadas al inspector para conectar las mangueras a los cilindros de gas.

5.2.4.3.3 Además, para esta alternativa, se debe emplear algún tipo de rótulo permanente y sobresaliente en forma razonable, para identificar fácilmente la manguera que debe conectarse a cada cilindro. Se pueden presentar otras alternativas a consideración.

5.2.4.4 Fecha de la última verificación y ajuste con gas patrón

5.2.4.4.1 El software del equipo debe almacenar el histórico de los datos de verificación y ajuste con gas patrón, según la seguridad de información que establezca la autoridad competente.

NOTA Se recomienda para efectos de establecer procedimientos de seguridad de la información consultar las guías establecidas en la norma NTC-ISO 27002. Tecnología de la información. Técnicas de seguridad. Código de práctica para la gestión de la seguridad de la información.

5.2.4.4.2 Los datos mínimos que se deben almacenar, son: La fecha y hora de verificación, el responsable de la prueba, la serie y el FEP del equipo, los gases de referencia, y el resultado de la prueba.

5.2.4.4.3 Estos datos deben hacer parte de la información que se suministra a la autoridad competente durante la visita, en caso de requerirlo.

5.2.4.5 Efectos de interferencia

Los efectos de interferencia de gases diferentes al examinado por un determinado canal, no deben exceder ± 10 ppm para el canal de HC, $\pm 0,05$ % para el canal de monóxido de carbono y $\pm 0,50$ % para el canal de dióxido de carbono, al ingresar mezclas que contengan los tres gases de referencia, con nitrógeno como balance y con una tolerancia del 15 % en los siguientes valores:

- 16 % CO₂,
- 6 % CO,
- 10 % O₂,
- 5 % H₂,
- 0,3 % NO,
- 2 000 ppm como n-hexano o su equivalente en propano, de acuerdo al PEF del equipo.
- Vapor de agua saturada (mayor de 95 % de humedad).

Se debe usar N_2 para establecer el cero del equipo antes de ingresar cada mezcla.

NOTA Se recomienda ver el numeral 5.6.3 de OIML R 99 1 y 2.

5.2.4.6 Requisitos de los gases de referencia

5.2.4.6.1 La composición de los gases de referencia debe ser certificada por su fabricante y trazable a patrones nacionales o internacionales. El certificado de las mezclas de gases, además de los requisitos establecidos en esta norma, debe acompañar los cilindros y especificar claramente, el número del cilindro y el lote de producción.

5.2.4.6.2 En las mezclas de los gases de referencia, la tolerancia de preparación o fabricación, no deben exceder el 15% de las fracciones de volumen requeridas para cada componente.

5.2.4.6.3 Para las mezclas de gases de referencia, la incertidumbre expandida en la composición debe ser como máximo del 3 %. Los valores especificados de incertidumbre expandida, son valores relativos a los estándares referidos en este numeral basados en un factor de cobertura $K = 2$ o mayores que garanticen un nivel de confianza de al menos un 95 %.

La composición de cada componente no sujeta de medida debe tener una incertidumbre expandida del 3 % o menor.

NOTA Generalmente los certificados de las mezclas de gases no relacionan la incertidumbre de los componentes no sujetos de medida dado su bajo porcentaje en la mezcla de gases.

5.2.4.6.4 Los gases puros, como el nitrógeno o gas cero, deben tener una pureza mínima del 99,99 %, certificada por su fabricante.

5.2.4.6.5 Los cilindros que contienen los gases y los reguladores deben ser compatibles con los gases de referencia.

5.2.5 Verificación de fugas en el sistema

5.2.5.1 Se requiere que el analizador pase exitosamente una verificación de fugas diaria.

5.2.5.2 La verificación de fugas podrá llevarse a cabo por los métodos de retención de vacío o variación de presión, de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes.

5.2.4.6 Criterio de bloqueo

Si el analizador de gases no ha aprobado de forma exitosa una verificación con gas patrón o una verificación de fugas, éste se debe bloquear automáticamente para la realización de pruebas y presentar un mensaje al inspector para solicitar servicio respectivo.

5.2.7 Exactitud, tolerancias de ruido y repetibilidad

5.2.7.1 El analizador debe reunir los requisitos establecidos en la Tabla 4:

Tabla 4. Requisitos del analizador de gases

Canal	Rango	Exactitud	Ruido	Repetibilidad
HC (ppm)	0 - 400	± 12	6	8
	401 - 1 000	± 30	10	15
	1 001 - 2 000	± 80	20	30
CO (%)	0 - 2	± 0,06	0,02	0,03
	2,01 - 5	± 0,15	0,06	0,08
	5,01 - 10	± 0,40	0,10	0,15
CO ₂ (%)	0 - 4	± 0,60	0,20	0,3
	4,1 - 14	± 0,60	0,20	0,3
	14,1 - 16	± 0,60	0,20	0,3
O ₂ (%)	0 - 10,0	± 0,5	0,3	0,4
	10,1 - 22,0	± 1,3	0,6	1,0

5.2.7.2 El redondeo de las cifras decimales que se muestran en la tabla, debe efectuarse según lo establecido en la NTC 3711.

5.2.7.3 El ruido se debe determinar en forma operacional de la siguiente manera: Se realiza un muestreo al gas de calibración, el cual debe encontrarse dentro de especificaciones, durante 20 s. Se reúnen todas las lecturas de resultados del analizador para cada canal durante los 20 s. (Por ejemplo, si el analizador de gases lee los resultados a razón de dos veces por segundo, la cantidad total de lecturas sería de 40). El ruido pico a pico debe calcularse así:

$$RUIDO = \sqrt{\sum \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

en donde

- x_i = lectura i del conjunto de lecturas
- $\bar{x}$ = promedio aritmético del conjunto de lecturas
- n = cantidad total de lecturas

5.2.7.4 El ruido, en la forma calculada anteriormente, debe hallarse dentro de los límites dados en esta especificación, y, en el conjunto de datos reunidos previamente, no más del 5 % de las lecturas del conjunto podrán desviarse (pico a pico) del promedio en más de 150 % de los límites especificados.

5.2.7.5 Las pruebas de exactitud, deben realizarse dentro de las condiciones ambientales especificadas en esta norma, y registrarse utilizando al menos cuatro mezclas de gases de referencia, que cubra la escala de medición. Para determinar el error y la incertidumbre de las mediciones del equipo, se deben tomar mínimo 10 pruebas siguiendo una secuencia de muestreo ascendente y descendente por la escala de medición según los gases de referencia empleados.

5.2.7.6 La repetibilidad se debe determinar experimentalmente tomando 5 muestras con el mismo gas de referencia y determinando la diferencia entre el valor máximo y mínimo leído.

5.2.8 Requisitos para el tiempo de respuesta del sistema en los canales del equipo

El tiempo de respuesta para los canales del analizador, desde el momento de la toma de la muestra por la sonda, hasta que aparezca en pantalla, no debe exceder los ocho (8) s para alcanzar el 90 % de la lectura correspondiente al valor del cambio de concentración, ni exceder los doce (12) s para alcanzar el 95 % de la lectura correspondiente al valor del cambio de concentración. Si el analizador se encuentra equipado con un sensor de O₂, el tiempo de respuesta debe ser de quince (15) s para alcanzar el 90 % de la escala completa del valor en la sonda de medición.

5.2.9 Toma de muestras con el analizador de gases

5.2.9.1 Sistema de muestreo

5.2.9.1.1 El sistema de muestreo debe, como mínimo, constar de una sonda de prueba simple, una sonda de prueba doble, línea de muestra flexible, sistema de remoción de agua, trampa de partículas, bomba de muestra y componentes de control de flujo.

5.2.9.1.2 Los materiales que se hallan en contacto con los gases a analizar no deben contaminar o cambiar el carácter de los mismos. El sistema de muestreo debe diseñarse en forma que sea resistente a la corrosión y que pueda soportar las temperaturas de escape típicas de un vehículo.

5.2.9.1.3 El sistema de muestreo debe ser el establecido por el fabricante del equipo.

5.2.9.1.4 Los reguladores deben ser compatibles con los gases de interés.

5.2.9.2 Sondas de muestreo

5.2.9.2.1 El analizador debe estar equipado con una sonda de muestreo simple y una sonda de muestreo doble (para tubos de escape dobles) que incorporen un dispositivo de retención, a fin de evitar que se deslice y salga del tubo de escape cuando se encuentre en uso.

5.2.9.2.2 Debe contar igualmente, con una agarradera manual sobre cada sonda, de forma tal que se asegure la fácil inserción de la misma empleando una mano.

5.2.9.2.3 Las sondas y la punta de la sonda deben diseñarse de modo que el inspector pueda retirarlas y volverlas a instalar con facilidad sin herramientas especiales.

5.2.9.2.4 Debe adherirse, a un segmento rígido de tubería de acero inoxidable o su equivalente, una manija elaborada de materiales aislantes térmicos, de manera que el inspector pueda retirarlas con facilidad de la línea de muestra y volverlas a instalar.

5.2.9.2.5 La punta de las sondas debe estar recubierta en forma tal que las sondas no recojan los desechos al insertarlas en la tubería de escape.

5.2.9.2.6 Adicionalmente, una de las puntas de las sondas provistas con el analizador, debe cumplir con las siguientes especificaciones: suficiente flexibilidad para extenderse en una tubería de escape de 3,8 cm (1 1/2 de pulgada) de diámetro con un radio de 7,6 cm (3 pulgadas), curvatura de 45° y el segmento flexible debe construirse de modo que esté sellado para evitar cualquier dilución de muestra.

5.2.9.2.7 La sonda se elaborará de materiales que soporten las temperaturas de escape hasta los 370 °C (698 °F aprox.). No se deben emplear metales diferentes con factores de expansión térmica de más del 5 %, ni en la construcción de sondas ni en los conectores.

5.2.9.2.8 Las sondas deben estar equipadas con un adaptador o diseñarse de forma que permitan la introducción de gas para auditoría, por medio de una manguera flexible de diámetro interior de 1,27 cm (1/2 pulgada). La punta de la sonda o el adaptador deben acoplarse en forma que proporcionen un encaje ajustado de modo que esa dilución no pueda ocurrir en la conexión sonda/manguera.

5.2.9.2.9 Se debe proporcionar una sonda de muestreo con una tapa o tapón adecuada para realizar la verificación de fugas del sistema.

5.2.9.3 Manejo de la muestra

5.2.9.3.1 El analizador de gases debe poseer un sistema que le permita separar las partículas contaminantes sólidas y líquidas. Por lo tanto debe estar provisto de un sistema de filtros que le permita efectuar eficientemente esta función, de manera prolongada y libre de mantenimiento constante.

5.2.9.3.2 El sistema de remoción de agua debe encontrarse continuamente auto drenando, y estar diseñado para asegurar que no se produzca dilución de la muestra, obstrucción o mal funcionamiento.

5.2.9.3.3 El sistema debe contener un indicador visual o audible que le permita al inspector saber cuando exista una alteración del flujo de gas o cambios en el mismo.

5.3 SOFTWARE Y HARDWARE DEL EQUIPO ANALIZADOR DE GASES

5.3.1 Especificaciones del software

5.3.1.1 Sistema operativo

5.3.1.1.1 Las características del sistema operativo deben ser definidas por el ensamblador del equipo o por el diseñador del software de aplicación.

5.3.1.1.2 Se debe garantizar capacidad multifunción y de comunicación con todo tipo de ambientes y permitir la transmisión de información en formato con encriptación.

5.3.1.1.3 La forma de encriptación debe ser definida por las autoridades competentes.

5.3.1.2 Secuencias funcionales automáticas.

5.3.1.2.1 El software de aplicación debe garantizar el desarrollo automático y secuencial de las funciones relacionadas con la determinación de las concentraciones de los diferentes contaminantes en los gases de escape, los requisitos funcionales y estructurales del equipo dedicado a para realizar una adecuada toma y análisis de la muestra, almacenamiento y transferencia de la información, así como de la impresión de los resultados de la prueba.

5.3.1.2.2 El software de aplicación debe garantizar como mínimo, el desarrollo automático y secuencial de las siguientes funciones:

- Acceso del inspector mediante una clave o sistema de seguridad electrónico.

- Ingreso de información tal como la identificación del vehículo, del usuario y los datos de la prueba (fecha, ciudad, hora, dirección, etc.) Los datos relacionados con la identificación del establecimiento u organización deben aparecer automáticamente en la pantalla, ya que esta información debe ser registrada al momento de instalar el software de aplicación
- Las secuencias relacionadas con la preparación del equipo de medición, preparación del vehículo y procedimiento de medición, definidas en el numeral 4 de la presente norma.
- Los requisitos del analizador en relación con la realización del auto cero y verificación del intervalo de medición, las necesidades de calibración, el chequeo de fugas, requisitos sobre el tiempo de calentamiento, bloqueos automáticos, prueba de residuos, dilución de la muestra, entre otras.

5.3.1.2.3 El software de aplicación debe permitir la realización de estas pruebas, chequeos y requisitos de forma automática, presentando mensajes en la pantalla que instruyan de manera adecuada y conveniente al inspector y bloqueando las demás funciones del mismo cuando sea necesario y hasta tanto no se hayan realizado los procedimientos o funciones indicadas, de acuerdo con lo establecido en la presente norma.

5.3.1.3 Características generales del software de aplicación

5.3.1.3.1 El software debe poseer la capacidad de producir resultados de configuración múltiple en formato de archivo encriptado para ser entregado a la autoridad ambiental competente en modo directo, vía módem o a través de Internet.

5.3.1.3.2 El software de aplicación debe mostrar en pantalla el nombre de la organización o empresa, el valor del FEP del banco, fecha y hora de la última verificación y ajuste, el serial y marca del banco de gases y analizador, fecha y hora actuales, el nombre, la versión y propiedad intelectual o proveedor del software de aplicación.

5.3.1.3.3 El software de aplicación debe identificar y validar el analizador al que está conectado, el cual debe ser el mismo equipo durante toda la ejecución de la prueba, y además solicitar las secuencias de preparación del equipo (Véase el numeral 4 de la presente norma).

5.3.1.3.4 El software de aplicación o servidor al cual esté conectado el equipo, debe generar un procedimiento para obtener copias de seguridad, las cuales deben cumplir los requisitos definidos por la autoridad competente.

5.3.1.3.5 El software de aplicación debe garantizar que la condición de medición inicial de lectura del analizador este por debajo de 20 ppm de HC, según se establece en el numeral 4. Esta comprobación se debe lograr descontaminado el banco y no por ajuste del valor a través del software de aplicación

5.3.1.4 Características de seguridad proporcionadas por el software de aplicación

5.3.1.4.1 El software de aplicación debe incluir características de seguridad para el equipo, los programas, la información almacenada y en general para la prueba, de manera que asegure la mayor confiabilidad en la realización de la misma.

5.3.1.4.2 Como mínimo, el software de aplicación, debe:

- a) Impedir la visualización de los resultados de la prueba, hasta tanto estos no hayan sido encriptados, impresos, y grabados en el disco duro.
- b) En el caso de comercializadores, importadores, representantes de marca, fabricantes, ensambladoras, y talleres de servicio automotriz, de fuente móviles objeto de esta norma; se pueden visualizar los valores registrados durante la realización de la prueba, sin embargo, toda la información del procedimiento debe quedar registrada.
- c) Restringir el acceso al analizador de gases y a su operación, sólo a los usuarios autorizados, a través de la asignación de contraseñas. El acceso al sistema operativo, a la raíz del disco duro o a cualquier programa de exploración de contenido del disco duro o de los programas, solo debe ser permitido para el administrador del sistema, quien debe ser definido por la organización. No se debe permitir la modificación de la base de datos.
- d) Impedir la realización de las pruebas cuando el equipo no haya alcanzado sus requisitos de estabilidad, temperatura de operación, verificación y ajuste, prueba de residuos y en general todos aquellos requisitos establecidos en la presente norma, hasta tanto los mismos no estén dentro de los parámetros fijados.
- e) Advertir al inspector a través del aviso en pantalla y no permitir el funcionamiento del analizador de gases, es decir, mantener automáticamente bloqueado el equipo, hasta tanto no se verifique la capacidad de recibir y almacenar información en la base de datos.

NOTA. Se recomienda para efectos de establecer procedimientos de seguridad de la información consultar las guías establecidas en la norma NTC-ISO 27002: Tecnología de la Información. Técnicas de seguridad. Código de práctica para la gestión de la seguridad de la información.

- f) Llevar un registro de la fecha (año, mes, día) y hora en la cual se realizó la copia de seguridad de la información que la autoridad competente defina como necesaria. Estos datos hacen parte de la información a reportar a la autoridad competente.
- g) A petición de la autoridad ambiental, activar un bloqueo automático en la secuencia de prueba, cuando quiera que el analizador se le haya intentado alterar o violar los programas, archivos.
- h) Comprobar la presencia directa o por medio de red de la comunicación del computador con al menos una impresora.
- i) Permitir el aborto e ingreso de su causa cuando por condiciones externas al vehículo no sea posible continuar con la prueba. Igualmente, tomar un registro completo (fecha, hora y demás información ingresada), cada vez que una prueba haya sido abortada.

5.3.1.4.3 Para efectos de lo establecido en los anteriores ítems, los proveedores o fabricantes de software deben proporcionar un código de seguridad por escrito a la respectiva autoridad competente o a quien ésta designe para el control y auditoría de los equipos.

5.3.2 Especificaciones de Hardware

5.3.2.1 El hardware debe soportar el funcionamiento del software de aplicación propuesto, de manera tal, que cuente con los dispositivos necesarios para manejar configuración múltiple en formato de archivo, lo mismo que establecer comunicación con un servidor remoto.

5.3.2.2 Se deben poseer los dispositivos necesarios para registrar, almacenar y mantener segura la información.

5.3.3.3 Se debe contar con dispositivos que garanticen el suministro continuo de energía, permitiendo mantener segura la información y la operación del equipo, incluso en caso de cortes de energía.

5.4 UTILIZACIÓN DEL EQUIPO (ANALIZADOR DE GASES)

5.4.1 El equipo sólo puede ser empleado en las labores propias de verificación y control de emisiones, y debe ser de utilización exclusiva para esta labor.

5.4.2 No se debe permitir el autoarranque por programas obtenidos independientemente por terceros o desde cualquier tipo de dispositivo o periférico.

6. REPORTE Y ALMACENAMIENTO DE RESULTADOS

El software de aplicación y el hardware del sistema deben permitir, como mínimo, el registro de la información de las Tablas 5 a 10, para ser remitidos a la autoridad competente, en los términos que ésta requiera.

Tabla 5. Datos del Centro de Diagnóstico Automotor, ensamblador o concesionario y autoridad ambiental

Descripción	Longitud BYTES	Tipo de llenado	Observaciones
Número del establecimiento u organización.	21	AU	
Nombre del establecimiento u organización	80	AU	
NIT o CC	10	AU	
Dirección	40	AU	Emplear abreviaturas definidas por Catastro Nacional o autoridad competente
Teléfono 1	7	AU	
Teléfono 2 (opcional)	10	AU	Numero de celular
Ciudad	5	AU	Emplear código de ciudades asignado por el DANE o autoridad competente
Número de resolución expedida por la autoridad ambiental competente	4	AU	
Fecha Resolución	10	AU	AAAA/MM/DD
AU Automático (llenado automáticamente por el programa)			
AAAA/MM/DD Año mes día			

NOTA Los anteriores datos pueden ser aplicables dependiendo de la entidad que realiza la prueba.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4983 (Primera actualización)

Tabla 6. Datos del equipo (analizador de gases)

Descripción	Longitud BYTES	Tipo de llenado	Observaciones
Valor del Factor de equivalencia del propano, (FEP)	5	AU	
Numero de serie del banco	10	AU	
Numero de serie del equipo analizador de gases	10	AU	
Marca del Equipo (analizador de gases)	15	AU	
Valor del gas de referencia bajo para verificación y ajuste HC	5	AU	Expresado en propano
Valor del gas de referencia bajo para verificación y ajuste CO	5	AU	
Valor del gas de referencia bajo para verificación y ajuste CO ₂	5	AU	
Valor del gas de referencia alto para verificación y ajuste HC	5	AU	Expresado en propano
Valor del gas de referencia alto para verificación y ajuste CO	5	AU	
Valor del gas de referencia alto para verificación y ajuste CO ₂	5	AU	
Fecha y hora de última verificación y ajuste	16	AU	AAAA/MM/DD, HH:MM
Nombre del software de aplicación	20	AU	
Versión del software de aplicación	5	AU	
AU Automático (llenado automáticamente por el programa) AAAA/MM/DD Año mes día HH:MM Hora-minutos			

Tabla 7. Datos de la prueba

Descripción	Longitud BYTES	Tipo de llenado	Observaciones
Número de consecutivo de la prueba NOTA: Para prueba de auditoría, se debe escribir la palabra ensayo	6	AU	
Fecha y hora de inicio de la prueba	16	AU	AAAA/MM/DD HH:MM
Fecha y hora de finalización de la prueba	16	AU	AAAA/MM/DD, HH:MM
Fecha y hora de aborto de la prueba	16	AU	AAAA/MM/DD, HH:MM
Inspector que realiza la prueba	9	AU	Cédula de ciudadanía
Lugar/Método de medición de temperatura del motor	1	E	Lugar/Método Código
			Aceite1
			Bloque2
			Tiempo3
Temperatura ambiente	2	AU	Unidades en °C
Humedad relativa	2	AU	Unidades en %
Causa del aborto de la prueba	1	E	Código por listado de posibles causas. Estas causas son: Fallas del equipo de medición (E) Falla súbita de fluido eléctrico (E) Bloqueo forzado del equipo (E) Ejecución incorrecta de la prueba (E)
AU	Automático (llenado automáticamente por el programa)		
E	Escogencia		
AAAA/MM/DD	Año mes día		
HH:MM	Hora-minutos		

Se debe utilizar la NTC 3711.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 4983 (Primera actualización)

Tabla 8. Datos del propietario del vehículo

Descripción	Longitud BYTES	Tipo de llenado	Observaciones
Nombre completo / razón social	40	D	
Tipo de documento	1	E	Según listado emitido por la autoridad competente
Número del documento de identificación	10	D	
Dirección	40	D	Emplear abreviaturas definidas por Catastro Nacional o autoridad competente
Teléfono 1 (opcional)	7	D	
Teléfono 2 (opcional)	10	D	Número de celular
Ciudad	5	E	Emplear código de ciudades asignado por el DANE o autoridad competente
E Escogencia (A partir de listados propios del programa)			
D Digitar (Para ser registrados manualmente, o importado de una base de datos)			

Tabla 9. Datos del vehículo

Descripción	Longitud BYTES	Tipo de llenado	Observaciones
Marca	3	E	Según códigos listado definido por autoridad competente
Línea	3	E	Según códigos listado definido por autoridad competente
Año modelo	4	E ó D	
Placa	6	D	
Cilindraje en cm ³	5	D	
Clase de vehículo	2	E	Según códigos definidos por la autoridad competente.
Servicio	2	E	Según códigos definidos por la autoridad competente.
Combustible	1	D	Según códigos definidos por la autoridad competente.
Número de motor	15	D	
Numero VIN o serie	17	D	
Número Licencia de tránsito (tarjeta de propiedad)	16	D	
Kilometraje	6	D	
E Escogencia (A partir de listados propios del programa)			
D Digitar (Para ser registrados manualmente, o importado de una base de datos)			
A Automático (asignado por el sistema)			

Para vehículos sin matricular no aplican la placa, el servicio la licencia de tránsito, ni la información del propietario (véanse las Tablas 8 y 9). En caso de ensambladoras el tipo de llenado para estos datos puede ser Digital (D) o Automático (AU).

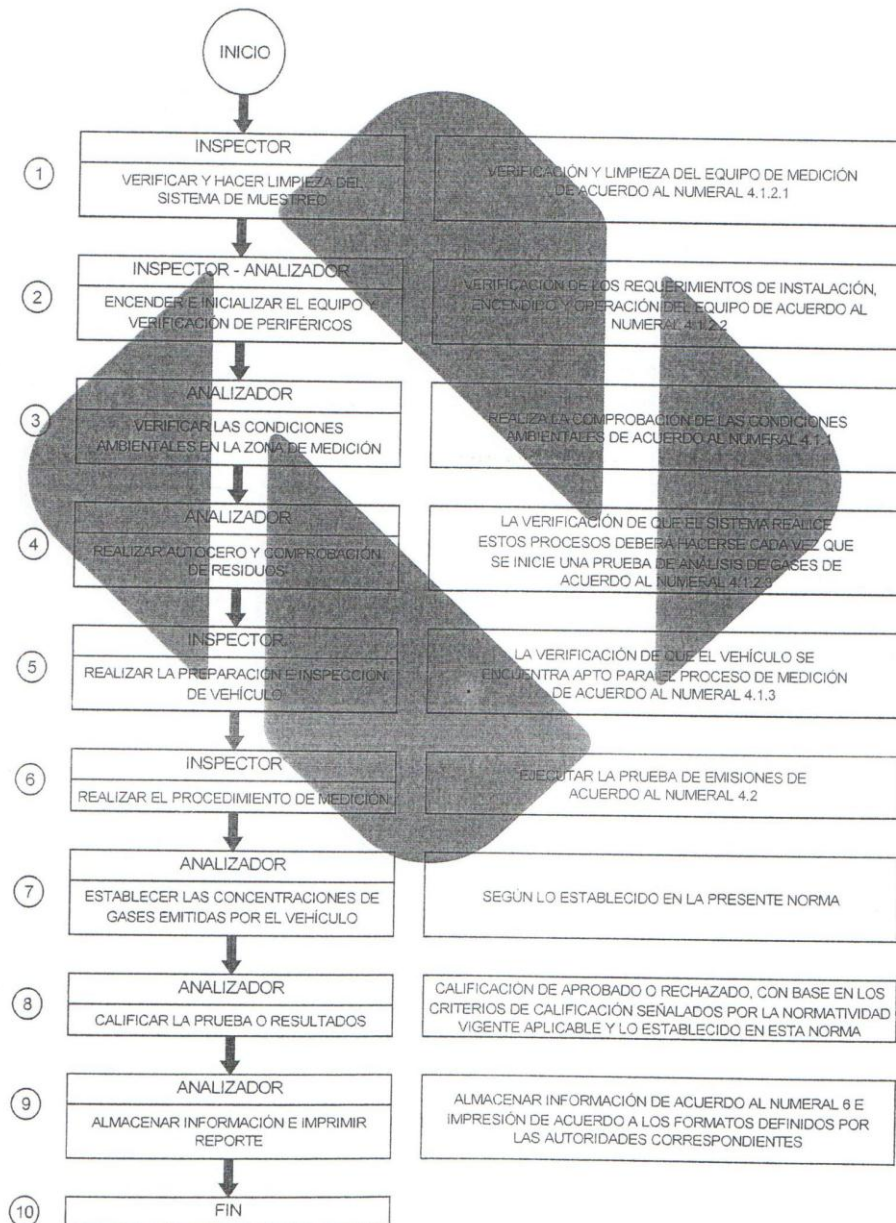
Tabla 10. Resultados de las pruebas

Descripción	Longitud BYTES	Tipo de llenado	Observaciones	
Resultado de la inspección previa:			SI O NO	
- Fugas tubo de escape	2	AU		
- Fugas en el silenciador	2	AU		
- Presencia tapa llenado combustible	2	AU		
- Presencia tapa aceite motor	2	AU		
- Salidas adicionales a las del diseño	2	AU		
- Presencia de humo negro o azul	2	AU		
- Revoluciones fuera de rango	2	AU		
- Falla en el sistema de refrigeración	2	AU		
Temperatura de motor	3	AU		
r/min. en ralentí	4	AU		
HC en ralentí	5	AU		
CO en ralentí	5	AU		
CO ₂ en ralentí	5	AU		
O ₂ en ralentí	5	AU		
r/min. en crucero	4	AU		
HC en crucero	5	AU		
CO en crucero	5	AU		
CO ₂ en crucero	5	AU		
O ₂ en crucero	5	AU		
Presencia de dilución	2	AU	SI O NO	
Concepto final del vehículo	1	AU	Concepto	Código
			Aprobado	1
			Rechazado	2
			Abortado	3
AU	Automático (llenado automáticamente por el programa)			
E	Escogencia			

ANEXO A
(Informativo)

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN
DE LAS CONCENTRACIONES DE LOS GASES DE ESCAPE

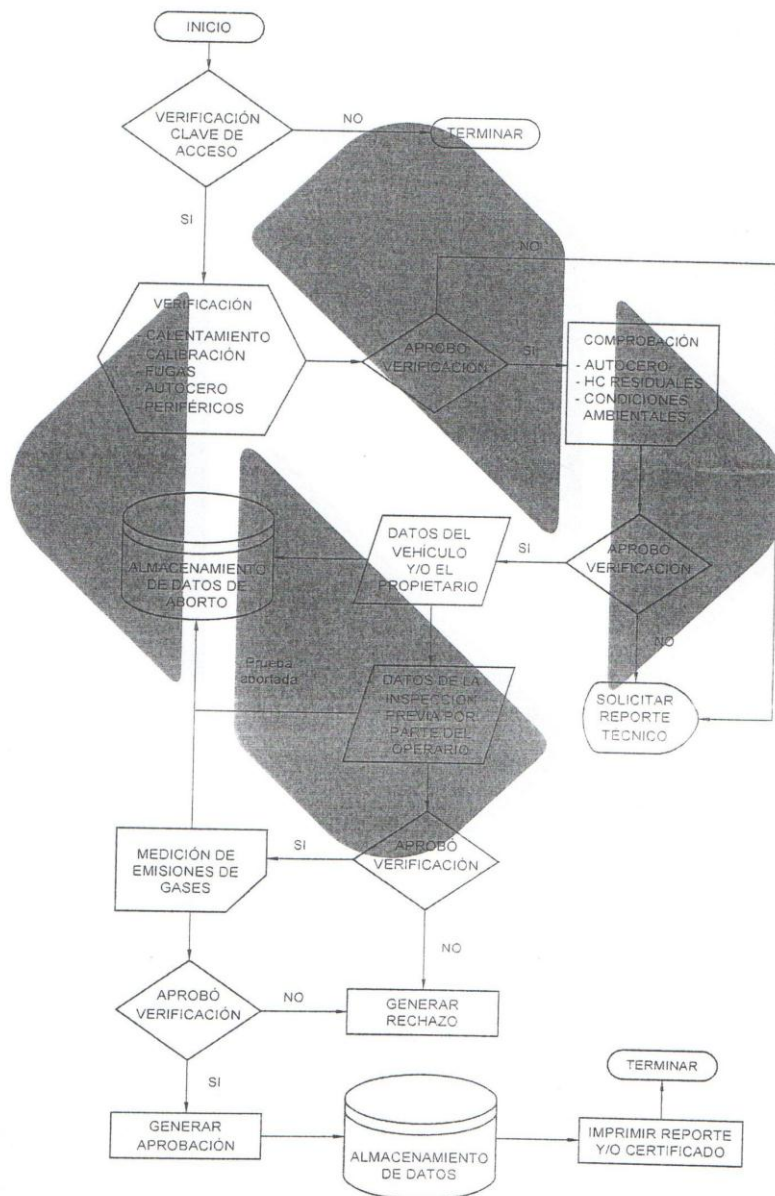
El siguiente diagrama de bloques se incluye a manera ilustrativa, y no modifica ni reemplaza establecido en el numeral 4 de la presente norma.



ANEXO B
(Informativo)

DIAGRAMA DE BLOQUES SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES
DEL SOFTWARE

El siguiente diagrama de bloques se incluye a manera ilustrativa, y no modifica ni reemplaza lo establecido en el numeral 5 de la presente norma.



ANEXO C
(Informativo)

BIBLIOGRAFÍA

NTC 5375, Revisión Técnico-Mecánica y de emisiones contaminantes en vehículos automotores.

NTC 5385, Centros de diagnóstico automotor. Especificaciones del servicio.

GTC ISO/IEC 99:2007, Vocabulario internacional de metrología.

Bureau of Automotive Repair, 1990, (BAR 90), Emission Testing. Test Analyzer System Specifications.

