

RESOLUCION No

Por la cual se reglamentan las normas de la calidad del aire en el territorio nacional, se dictan disposiciones para su seguimiento o monitoreo, se establecen los métodos de medición de referencia y equivalentes y los criterios para la fijación de los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire

EL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

En ejercicio de sus funciones legales y en especial las conferidas en los numerales 10°, 11° y 14° del artículo 5° de la Ley 99 de 1993, y en los artículos 5°, 6°, 7°. y 10° del Decreto 948 del 5 de Junio de 1995, sobre reglamento de protección y control de la calidad del aire, y

CONSIDERANDO

Que corresponde al Ministerio del Medio Ambiente, de acuerdo a los numerales 10°, 11° y 14° del artículo 5o de la Ley 99 de 1993, determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general aplicables a todas las actividades que puedan producir de manera directa o indirecta daños ambientales y dictar regulaciones de carácter general para controlar y reducir la contaminación atmosférica en el territorio nacional.

Que de conformidad con los artículos 5°, 6°, 7°, y 10° del Decreto 948 sobre el reglamento para la prevención y control de la calidad del aire, corresponde al Ministerio del Medio Ambiente establecer las distintas clases de normas y estándares para la protección de la calidad del aire, la norma de calidad del aire o nivel de inmisión, las clases de normas de calidad del aire o de los distintos niveles periódicos de inmisión y los niveles de prevención, alerta y emergencia por contaminación del aire.

RESUELVE:

CAPITULO I

DEFINICIONES

ARTICULO 1. Definiciones. Para efectos de la correcta interpretación de la presente Resolución se adoptan las siguientes definiciones:

- ❖ **AIRE:** Es el fluido que forma la atmósfera de la tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es, de por lo menos, de veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y

proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

- ❖ **CONCENTRACION DE UNA SUSTANCIA EN EL AIRE:** Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.
- ❖ **CONDICIONES LOCALES:** Son las condiciones determinadas por la presión y temperaturas promedio de un lugar o sitio, localizados a alturas diferentes a la del nivel del mar.
- ❖ **CONDICIONES DE REFERENCIA O NORMALES:** Son los valores de temperatura y presión con base en los cuales se fijan las normas de calidad del aire, que respectivamente equivalen a 25°C (298°K) y 760 mm de mercurio (101.3Kpa).
- ❖ **CONTAMINACION ATMOSFERICA:** Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.
- ❖ **CONTAMINANTES:** Son fenómenos físicos, o sustancias, o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que solos o en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de éstas.
- ❖ **ECUACIÓN PARA CONVERSIÓN DE UNIDADES:** Para hacer conversión de unidades de concentración de partes por millón (ppm), a microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) se aplicará la siguiente ecuación:

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{PM}}{24.5} \times 10^3$$

Donde:

- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ = Concentración del contaminante por peso por unidad de volumen de aire.
- ppm = Concentración del contaminante por volumen por unidad de Volumen de aire.
- PM = Peso molecular del agente contaminante conocido.

La ecuación para conversión de unidades se establece para las condiciones de referencia 25°C (298 K) y 760 mm (101.325 kPa) de presión.

- ❖ **INMISION:** Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un receptor. Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmisible es el aire respirable a nivel de la tropósfera.
- ❖ **NIVEL NORMAL (NIVEL I):** Es aquel en que la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración son tales, que no producen efectos nocivos, directos ni indirectos, en el medio ambiente o la salud humana.
- ❖ **NIVEL DE PREVENCIÓN (NIVEL II):** Es aquel que se presenta cuando las concentraciones de los contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, causan efectos adversos y manifiestos, aunque leves, en la salud humana o en el medio ambiente tales como irritación de las mucosas, alergias, enfermedades leves de las vías respiratorias o efectos dañinos en las plantas, disminución de la visibilidad u otros efectos nocivos evidentes.
- ❖ **NIVEL DE ALERTA (NIVEL III)** Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su duración o tiempo de exposición, puede causar alteraciones manifiestas en el medio ambiente o la salud humana y en especial alteraciones de algunas funciones fisiológicas vitales, enfermedades crónicas en organismos vivos y reducción de la expectativa de vida en la población expuesta.
- ❖ **NIVEL DE EMERGENCIA (NIVEL IV):** Es aquel que se presenta cuando la concentración de contaminantes en el aire y su tiempo de exposición o duración, puede causar enfermedades agudas o graves u ocasionar la muerte de organismos vivos, y en especial de los seres humanos.
- ❖ **NORMA DE CALIDAD DEL AIRE O NIVEL DE INMISION:** Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias contaminantes o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio del Medio Ambiente, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.
- ❖ **SUSTANCIAS PELIGROSAS:** Son aquellas que, aisladas o en combinación con otras, por sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas, pueden causar daño a la salud humana, a los recursos naturales renovables o al medio ambiente.
- ❖ **TIEMPO DE EXPOSICIÓN:** Es el lapso de duración de un episodio o evento de contaminación, en el cual está expuesto un ser humano o cualquier ser vivo.
- ❖ **AUTORIDAD AMBIENTAL COMPETENTE:** Son el Ministerio del Medio Ambiente, las Corporaciones Autónomas Regionales, Grandes Centros urbanos, los departamentos, los municipios y distritos.

- ❖ **PROMEDIO GEOMÉTRICO:** Es la raíz enésima del producto de todos los resultados a promediar. Para su cálculo utilícese la siguiente ecuación:

$$G = (X1.X2.X3..... Xn)^{1/n}$$

Donde:

G = Promedio geométrico

X1.X2.X3Xn = Todos los resultados diarios a promediar.

- ❖ **AIRE CERO.** Es el aire sometido a un proceso de depuración por procedimientos artificiales.
- ❖ **CILINDRO DE GAS PATRON CERTIFICADO.** Es el recipiente que contiene un gas o mezcla de gases cuya composición ha sido medida y certificada por el fabricante.
- ❖ **EQUIPO PARA CALIBRACION:** Es el instrumento o conjunto de dispositivos que son patrón de referencia, sobre el que se compara la operación de un equipo de medición.
- ❖ **RED DE ESTACIONES DE MUESTREO O MONITOREO.** Es el conjunto de instrumentos de medición fijos utilizados para medir los contaminantes en el aire en forma simultánea y sistemática, con el fin de verificar la calidad del aire en un área determinada dentro del territorio nacional.
- ❖ **METODO DE REFERENCIA.** Es el procedimiento de medición y análisis probado exhaustivamente, señalado en la presente resolución, que debe utilizarse para determinar la concentración de una sustancia contaminante en el aire ambiente y cumple con los requisitos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente en cuanto a los objetivos de la calidad de los datos y tiene fuerza legal.
- ❖ **METODO EQUIVALENTE.** Es el procedimiento de medición y análisis señalado en la presente resolución, el cual puede producir resultados similares a los del método de referencia en la determinación de la concentración de una sustancia en el aire ambiente, y que es seleccionado para reemplazarlo.

CAPITULO II

SOBRE LAS NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE O DEL NIVEL DE INMISION

ARTICULO 2.Normas de calidad del aire. Se establecen las siguientes normas de calidad del aire en el territorio nacional, para los siguientes contaminantes:

1. PARA DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂):

- A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las concentraciones diarias, la cual no podrá exceder los ochenta microgramos por metro cúbico (80 µg/m³) o su equivalente de treinta punto seis partes por billón (30.6 ppb).
- B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria (muestra continua de 24 horas), que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de doscientos cuarenta microgramos por metro cúbico (240 µg/m³) o su equivalente de noventa y uno punto nueve partes por billón (91.9 ppb).
- C) **Norma horaria:** La concentración máxima de una muestra por hora que podrá excederse por una sola vez en un período de 12 meses, es de cuatrocientos microgramos por metro cúbico (400 µg/m³) o su equivalente de ciento cincuenta y tres punto uno partes por billón (153.1 ppb).

2. PARA DIOXIDO DE NITROGENO (NO₂):

- A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de las concentraciones diarias, la cual no deberá exceder los ochenta microgramos por metro cúbico (80 µg/m³) o su equivalente de cuarenta y dos punto seis partes por billón (42.6 ppb).
- B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria (muestra continua de 24 horas), que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de doscientos cuarenta microgramos por metro cúbico (240 µg/m³) o su equivalente de ciento veintisiete punto ocho partes por billón (127.8 ppb).
- C) **Norma horaria:** La concentración máxima de una muestra por hora que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de cuatrocientos microgramos por metro cúbico (400 µg/m³) o su equivalente de doscientos trece partes por billón (213 ppb).

3. PARA PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST):

- A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio geométrico de los valores de las concentraciones diarias, la cual no deberá exceder los cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m³).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria (muestra continua de 24 horas), que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de cuatrocientos microgramos por metro cúbico ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

C) **Norma horaria:** La concentración máxima de una muestra por hora que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de seiscientos microgramos por metro cúbico ($600 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4. PARA PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (reportadas como PM-10):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las concentraciones diarias, la cual no deberá exceder los setenta microgramos por metro cúbico ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria (muestra continua de 24 horas), que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de ciento cincuenta microgramos por metro cúbico ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

C) **Norma horaria:** La concentración máxima de una muestra por hora que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de doscientos cincuenta microgramos por metro cúbico ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5. PARA MONOXIDO DE CARBONO (reportado como CO):

A) **Norma en 8 horas:** La concentración máxima de una muestra en 8 horas (promedio aritmético de las concentraciones horarias, tomadas en forma continua en períodos de 8 horas), que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de diez mil microgramos por metro cúbico ($10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o su equivalente de ocho punto siete partes por millón (8.7 ppm).

B) **Norma horaria:** La concentración máxima de una muestra por hora que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de cuarenta mil microgramos por metro cúbico ($40.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o su equivalente de treinta y cinco partes por millón (35 ppm).

6. PARA OXIDANTES FOTOQUIMICOS (Reportados como Ozono, O₃):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de las concentraciones por períodos de ocho (8) horas, la cual no deberá exceder los treinta microgramos por metro cúbico ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o su equivalente de cero punto cero quince partes por millón (0.015 ppm).

B) Norma en 8 horas: La concentración máxima de una muestra en ocho (8) horas (promedio aritmético de las concentraciones horarias, tomada en forma continua en períodos de 8 horas), que podrá excederse sólo una vez en 12 meses, es de ciento veinte microgramos por metro cúbico ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o su equivalente de cero punto cero sesenta y un partes por millón (0.061 ppm).

C) Norma horaria: La concentración máxima de una muestra por hora no podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de ciento setenta microgramos por metro cúbico ($170 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o su equivalente de cero punto cero ochenta y siete partes por millón (0.087 ppm).

7. PARA HIDROCARBUROS TOTALES (HCT):

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las concentraciones diarias, la cual no deberá exceder los cero punto siete partes por millón (0.7 ppm).

B) Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria (promedio aritmético de las concentraciones horarias), que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de dos punto cinco partes por millón (2.5 ppm).

C) Norma horaria: La concentración máxima de una muestra por hora que podrá excederse por una sola vez en 12 meses, es de siete punto cinco partes por millón (7.5 ppm).

PARAGRAFO 1. Las Tablas N°1. y N°2. señalan las normas de calidad del aire o de nivel de inmisión

TABLA No 1
NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE O DE NIVEL DE INMISION

CONTAMINANTE	NORMA ANUAL		NORMA EN 24 HORAS		NORMA EN 1 HORA	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ppb*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppb*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ppb*
DIOXIDO DE AZUFRE	80	30.6	240	91.9	400	153.1
DIOXIDO DE NITROGENO	80	42.6	240	127.8	400	213
PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES	100		400		600	

PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM-10)	70		150		250	
HIDROCARBUROS TOTALES		700		2500		7500

*(N.T 1 ppb equivale a 0.001 ppm)

TABLA No 2

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE O DE NIVEL DE INMISION

CONTAMINANTE	NORMA ANUAL		NORMA EN 8 HORAS		NORMA EN 1 HORA	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ppm
MONOXIDO DE CARBONO			10.000	8.7	40.000	35
OXIDANTES FOTOQUÍMICOS (O ₃)	30	0.015	120	0.061	170	0.087

PARAGRAFO 2. Los valores de las normas de calidad del aire o de nivel de inmisión fijados en el presente artículo se señalan para condiciones de referencia 0 condiciones normales 25°C (298 K) y 760 mm de Hg. (101.325 kPa) de presión.

CAPITULO III NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE PARA SUSTANCIAS PELIGROSAS (NO CONVENCIONALES)

ARTICULO 3. Sustancias peligrosas (no convencionales): Se establecen las siguientes normas de calidad del aire o nivel de inmisión para sustancias peligrosas:

1. PARA PLOMO Y SUS COMPUESTOS (reportados como Pb):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, el cual no deberá exceder los cero punto cinco microgramos por metro cúbico ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse sólo una vez en 12 meses, es de dos microgramos por metro cúbico ($2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

2. PARA CADMIO Y SUS COMPUESTOS (reportados como Cd):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, el cual no deberá exceder los cero punto dos microgramos por metro cúbico ($0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse sólo una vez en 12 meses, es de dos microgramos por metro cúbico ($2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

3. PARA MERCURIO Y SUS COMPUESTOS (reportados como Hg):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, la cual no deberá exceder los cero punto cinco microgramos por metro cúbico ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse sólo una vez en 12 meses, es de dos microgramos por metro cúbico ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4. PARA ARSENICO Y SUS COMPUESTOS (reportados como As):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, el cual no deberá exceder los cero punto cero cinco microgramos por metro cúbico ($0.05 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse sólo una vez en 12 meses, es de cero punto cuatro microgramos por metro cúbico ($0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5. PARA CROMO Y SUS COMPUESTOS (REPORTADOS COMO Cr):

A) **Norma anual:** La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, no deberá exceder los cero punto dos microgramos por metro cúbico ($0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) **Norma diaria:** La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de un microgramo por metro cúbico ($1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

6. PARA FLUOR Y SUS COMPUESTOS (REPORTADOS COMO F):

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, no deberá exceder los cinco microgramos por metro cúbico ($5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de veinte microgramos por metro cúbico ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

7. PARA CLORO Y SUS COMPUESTOS (REPORTADOS COMO Cl)

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, no deberá exceder los cincuenta microgramos por metro cúbico ($50.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de ciento cincuenta microgramos por metro cúbico ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

8. PARA FOSFORO Y SUS COMPUESTOS (REPORTADOS COMO P):

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, no deberá exceder de cero punto cinco microgramos por metro cúbico ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de cinco microgramos por metro cúbico ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

9. PARA VANADIO Y SUS COMPUESTOS (REPORTADOS COMO V):

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, no deberá exceder los cero punto cinco microgramos por metro cúbico ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

B) Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de un microgramo por metro cúbico ($1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

10. PARA SULFURO DE HIDRÓGENO (H₂S):

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, no deberá exceder los veinte microgramos por metro cúbico (20.0 µg/m³).

B) Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria, que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de ciento cincuenta microgramos por metro cúbico (80 µg/m³).

11. PARA BENCENO (C₆H₆)

A) Norma anual: La concentración máxima anual es el promedio aritmético de los valores de las muestras diarias, el cual no deberá exceder de tres microgramos por metro cúbico (3.0 µg/m³).

Norma diaria: La concentración máxima de una muestra diaria que podrá excederse una sola vez en 12 meses, es de seis microgramos por metro cúbico (6.0 µg/m³).

PARAGRAFO 1: La Tabla No 3. resume las normas de la calidad del aire o de nivel de inmisión para sustancias peligrosas (no convencionales).

TABLA No 3

CONCENTRACIONES EN EL AIRE DE SUSTANCIAS PELIGROSAS (NO CONVENCIONALES) EXPRESADAS COMO METALES O SUSTANCIAS PURAS

SUSTANCIA TOXICA	CONCENTRACION ANUAL	CONCENTRACION DIARIA (24 HORAS)
UNIDADES	µg/m³	µg/m³
Plomo (Pb) y sus compuestos	0.5	2.0
Cadmio (Cd) y sus compuestos	0.2	2.0
Mercurio (Hg) y sus compuestos	0.5	2.0
Arsénico (As) y sus compuestos ¹	0.05	0.4
Cromo (Cr) y sus compuestos ¹	0.20	1.0
Fluor (F) y sus compuestos	5.0	20.0

Cloro (Cl) y sus compuestos	50.0	150.0
Fósforo (P) y sus compuestos	0.5	5.0
Vanadio (V) y sus compuestos	0.5	1.0
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	20	80
Benceno ¹	3.0	6.0

¹ sustancias cancerígenas

PARAGRAFO 2. Las normas de calidad del aire o de nivel de inmisión para sustancias peligrosas (no convencionales), establecidas en el presente artículo, se señalan en condiciones de referencia o normal 25°C (298 K) y 760 mm de Hg (101.325 kPa) de presión.

CAPITULO IV DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 4. Montaje y Operación de Estaciones fijas de Muestreo: Es obligación de las autoridades ambientales competentes, disponer en las zonas urbanas con una población igual o mayor a 250.000 habitantes, o en su área de jurisdicción, cuando éstas se encuentren afectadas por importantes corredores industriales, de los equipos y recursos económicos para el montaje y operación de la RED DE ESTACIONES FIJAS DE MUESTREO CONTINUO, en la cantidad y calidad necesarias, para la evaluación de la calidad del aire o del nivel de inmisión, de acuerdo con las metodologías y frecuencias que para tal efecto se establecen en la presente resolución.

PARAGRAFO PRIMERO: Cuando existan ciudades o poblaciones con menor número de habitantes, pero que estén afectadas por corredores industriales que causen un evidente deterioro de la calidad del aire, las autoridades ambientales deberán instalar equipos de monitoreo de la calidad del aire en la cantidad y calidad que ellas consideren necesarios.

PARAGRAFO SEGUNDO: Las Autoridades Ambientales deberán complementar la red de estaciones para vigilancia de la calidad del aire, con estaciones meteorológicas que determinen como mínimo la dirección y velocidad del viento a 10 metros sobre el suelo. Su montaje debe estar supervisado y asesorado por el IDEAM, a fin de cumplir con los mínimos requisitos técnicos de instalación y operación.

ARTICULO 5. Red ambiental nacional para la vigilancia de la calidad del aire.

Las autoridades ambientales que cuenten con REDES FIJAS DE MONITOREO para el seguimiento de la calidad del aire en las áreas de su jurisdicción, están obligadas a remitir semestralmente al Ministerio del Medio Ambiente y al IDEAM, los resultados consolidados de los contaminantes reportados a CONDICIONES DE REFERENCIA 25°C (298°K) y 760 mm de Hg (101.325 kPa), los cuales ingresarán al banco de datos de la red ambiental nacional para la vigilancia de la calidad del aire en el territorio nacional.

PARAGRAFO PRIMERO: Los reportes deberán enviarse en medio magnético o por internet, 10 días después de vencido cada período, consignando la siguiente información:

- ❖ Mapa de localización de la red de estaciones (solo inicialmente)
- ❖ Método de toma de la muestra
- ❖ Concentración de los contaminantes en microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- ❖ Número de muestras tomadas (muestras diarias por mes)
- ❖ Zona de ubicación (institucional, industrial, residencial, comercial, mixta)
- ❖ Los valores máximos, los promedios y los mínimos horarios (solo equipos automáticos)
- ❖ Los valores máximos, los promedios y los mínimos diarios
- ❖ Los valores máximos, los promedios y los mínimos mensuales
- ❖ El valor máximo diario en el año, el valor promedio diario en el año
- ❖ Numero de excedencias en el año de la norma horaria, norma diaria y norma anual.

PARAGRAFO SEGUNDO: El Ministerio del medio Ambiente asesorará y vigilará, la operación y funcionamiento de las redes fijas de monitoreo a nivel nacional.

ARTICULO 6. Volumen de Datos Requerido para un Programa de Seguimiento Continuo de la Calidad del Aire. Las autoridades ambientales competentes que cuenten con REDES FIJAS DE MONITOREO continuo para el seguimiento de la calidad del aire o del nivel de inmisión en las áreas urbanas o su área de jurisdicción, deberán tomar por lo menos un número de muestras diarias continuas en el año no inferior a 320, siempre que se disponga de equipos de medición automáticos, o 120 muestras diarias intermitentes, en caso de equipos de medición manuales. En ambos casos el número de muestras diarias por trimestre o período estacional deberá cubrir el 25% del total establecido en el año.

PARAGRAFO PRIMERO: Existiendo una red fija de monitoreo urbana, la autoridad ambiental podrá solicitar al responsable de una fuente de emisión efectuar muestreos de calidad del aire, solo cuando la fuente de emisión se encuentre localizada en un radio mayor de 2.0 Km de una estación de seguimiento que forme parte de dicha red. En tal caso, la autoridad ambiental

podrá solicitar al responsable de una fuente fija de emisión, a realizar un corto muestreo de la calidad del aire (10 días como mínimo por período), mínimo 10 muestras en el período lluvioso y 10 muestras en el período de verano, el cual será tomado como línea base o valor guía, y no como concentraciones representativas de un programa continuo de calidad del aire del área. Los muestreos requerirán de la supervisión de la autoridad ambiental.

ARTICULO 7. Reporte de la información de calidad del aire por parte de las autoridades ambientales en su área de jurisdicción. Cuando con fines de difusión local o de información al público dentro de un área de jurisdicción y cuando los resultados tengan validez oficial, los datos sobre de la calidad del aire evaluados por la autoridad ambiental en una zona o en una área urbana específica, deberán reportarse a condiciones de referencia. Esto cuando se quiera conocer por parte del publico interesado, el cumplimiento de la norma de calidad del aire local.

ARTICULO 8. Seguimiento de la calidad del aire a través de personas naturales o jurídicas distintas de la autoridad ambiental. Cuando las autoridades ambientales competentes no dispongan de la capacidad técnica, científica y económica para efectuar de manera directa el seguimiento de la calidad del aire, podrán hacerlo a través de concesiones o contratos debidamente legalizados, con personas naturales o jurídicas de carácter nacional o extranjero, legalmente constituidas y debidamente acreditadas, que cuenten con la capacidad técnica y el personal profesional y técnico experto en programas de monitoreo y vigilancia de la calidad del aire.

PARAGRAFO. En todo caso las personas o entidades a quienes se les haya concedido o contratado el manejo del seguimiento de la calidad del aire en un área de jurisdicción, deberán cumplir con todos los procedimientos de evaluación y el mínimo número de muestras establecidos en la presente resolución.

ARTICULO 9. Monitoreo de sustancias peligrosas (no convencionales) en el aire. Solo cuando por razón de su ubicación, de las condiciones meteorológicas y topográficas, la calidad del aire de una población o zona de desarrollo habitacional esté afectada por las emisiones de sustancias peligrosas (no convencionales), provenientes de procesos industriales específicos (los cuales darían origen a la concentraciones en el aire de solo una o de varias sustancias peligrosas), la autoridad ambiental competente podrá hacer mediciones de la calidad del aire o solicitará a los responsables de las fuentes de emisión la realización de mediciones de calidad del aire, mediante la toma de al menos cuatro (4) muestras mensuales por períodos de 24 horas (entre las 0 horas y las 24 horas del día de muestreo programado) obteniendo como mínimo 10 muestras por período estacional, para empleo de equipos automáticos o manuales. Si a través del muestreo se comprueba que los valores igualan o exceden el 50% de norma de calidad del aire anual, la autoridad ambiental o los responsables de las fuentes de

emisión deberán practicar monitoreos anuales de una o de varias de las sustancias peligrosas.

ARTICULO 10. Condiciones diferentes a las de Referencia: Para determinar la concentración local de calidad del aire o de nivel de inmisión en una zona rural o urbana, a condiciones diferentes de referencia, se aplicará la siguiente ecuación.

$$C.C.R. = C.L. \times \frac{101.325}{P_L} \times \frac{T_L}{298 K}$$

PARAGRAFO PRIMERO. Para efectos del presente artículo, adóptense las siguientes convenciones:

C.C.R. = Concentración de Calidad del aire a condiciones de referencia.

C.L. = Concentración de calidad del aire a condiciones locales.

P_L = Presión barométrica promedio local, en kPa

T_L = Temperatura ambiente promedio local, en grados kelvin.

PARAGRAFO SEGUNDO. En los casos en que no se tenga información de la presión barométrica, adóptese la siguiente expresión matemática para calcular la presión barométrica promedio.

$$P_L = 760 - 0.076 (H),$$

Donde:

P_L = Presión barométrica promedio local, mm Hg

H = Altura sobre el nivel medio del mar, m

ARTICULO 11. Información necesaria para la evaluación del impacto sobre la calidad del aire: Para efectos de determinar con mayor exactitud el impacto sobre la calidad del aire en el área de influencia de una fuente fija de emisión en operación, se requerirá la siguiente información:

- a) Un promedio de las concentraciones diarias, durante el mes o meses de la realización de los muestreos que considere necesarios la autoridad ambiental (teniendo en cuenta, que deben tomarse como mínimo 10 muestras por cada período estacional), en tres puntos diferentes alrededor de la fuente de emisión así: (1) Punto de máxima concentración a sotavento de la dirección prevaeciente del viento; (2) Punto de máxima concentración, para condiciones

estables del viento; (3) punto vientos arriba de la fuente, para determinar la concentración de fondo.

- b) Condiciones meteorológicas, como dirección y velocidad del viento, radiación solar, temperaturas promedio de la región, suministrada por el IDEAM o por la estación climatológica más cercana que a juicio de dicha entidad sea representativa de las condiciones de la región. Los reportes de dirección y velocidad del viento, deberán ser resultados consolidados históricos de 5 años o más, para el mes o meses específicos.
- c) Características topográficas generales de la región.
- d) Uso del suelo.
- e) Ubicación áreas pobladas y densidad de población.
- f) Identificación y ubicación de otras fuentes de contaminación en un radio no mayor a dos kilómetros.

ARTICULO 12. Condiciones para la Medición obligatoria Continua de Hidrocarburos no Metánicos en Programas de Seguimiento de la Calidad del Aire. Deberán proceder las autoridades ambientales a la evaluación de hidrocarburos no metánicos en programas de seguimiento continuo de la calidad del aire, en zonas urbanas con una población igual o mayor a 250.000 habitantes y con un volumen de parque automotor igual o superior a 60.000 vehículos (vehículos particulares y de servicio público), en áreas urbanas o suburbanas donde opere una refinería de petróleo con una capacidad real de refinación igual o superior a 30.000 Barriles de crudo/día, o exista un emplazamiento para almacenamiento de combustibles igual o superior a 500.000 galones.

ARTICULO 13. Aplicación del rigor subsidiario para modificación de las normas de calidad del aire: Cuando quiera que las Corporaciones Autónomas, regionales, los grandes centros urbanos, los departamentos, los municipios y distritos quieran adoptar normas de calidad más restrictivas que las establecidas en la presente resolución, deberán aplicar el numeral 1 del artículo 70 del Decreto 948 de 1995.

CAPITULO V EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS URBANAS

ARTICULO 14. Vigencia de las redes urbanas de monitoreo continuo de la calidad del aire. A partir de la vigencia de la presente resolución las autoridades ambientales con área de jurisdicción en zonas urbanas con poblaciones iguales o mayores a 250.000 habitantes deberán montar y operar redes de monitoreo continuo de calidad del aire, en los siguientes plazos:

a) Para zonas urbanas con una población entre 250.000 y 500.000 habitantes, tendrán un plazo de 4 años para comenzar a operar.

b) Para zonas urbanas con una población mayor a 500.000 habitantes, tendrán un plazo de 2 años para comenzar a operar.

PARAGRAFO. La redes existentes deberán velar por el cumplimiento de las nuevas normas de calidad del aire, a partir de la vigencia de la presente resolución.

ARTICULO 15. Frecuencia mínima de muestreo para partículas suspendidas totales (PST) y Partículas Menores de 10 micras (PM-10). En zonas urbanas con una población igual o mayor a 250.000 habitantes, las autoridades ambientales deberán determinar la concentración de partículas suspendidas totales o partículas menores de 10 micras (PM.10), como parte de un programa de seguimiento continuo de la calidad del aire. Para ello podrán emplear sistemas automáticos o manuales de muestreo, y deberán tomar una muestra en forma continua durante 24 horas (entre las 0 horas y las 24 horas del día programado de muestreo), todos los días (días calendario corridos), durante 12 meses del año, para empleo de equipos automáticos; cada dos días (dejando 1 día intermedio entre toma de muestras), durante los 12 meses del año para empleo de equipos manuales.

ARTICULO 16. Frecuencia mínima de muestreo para dióxido de azufre (SO₂) y dióxido de nitrógeno (NO₂). En zonas urbanas con una población igual o mayor a 250.000 habitantes, las autoridades ambientales deberán determinar la concentración de dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, como parte de un programa de seguimiento continuo de la calidad del aire. Para ello podrá emplear sistemas automáticos o manuales de muestreo, y deberá tomar una muestra continua durante 24 horas (entre las 0 horas y las 24 horas del día programado de muestreo), todos los días (días calendario corridos), durante 12 meses del año, para empleo de equipos automáticos; cada dos días (dejando 1 día intermedio entre toma de muestras), durante los 12 meses del año para empleo de equipos manuales.

ARTICULO 17. Frecuencia mínima de muestreo para monóxido de carbono (CO). Para determinar la concentración de monóxido de carbono en una zona urbana con una población igual o mayor a 250.000 habitantes, como parte de un programa de seguimiento continuo de la calidad del aire, la autoridad ambiental mediante el empleo de sistemas automáticos, deberá tomar una muestra diaria en forma continua durante 24 horas; tomando los promedios horarios durante períodos de 8 horas así: primer período entre las 6:00 a.m y las 2:00 p.m, segundo período entre las 2:00 p.m. y las 10:00 p.m. y tercer período entre las 10:00 p.m. y las 6:00 am, todos los días (días calendario corridos), durante 12 meses.

ARTICULO 18. Frecuencia mínima de muestreo para ozono (O3). Para determinar la concentración de ozono en una zona urbana con una población igual o mayor a 250.000 habitantes, como parte de un programa de seguimiento continuo de la calidad del aire, la autoridad ambiental mediante el empleo de sistemas automáticos, deberá tomar una muestra diaria en forma continua durante 24 horas; tomando los promedios horarios durante períodos de 8 horas así: primer período entre las 6:00 a.m y las 2:00 p.m, segundo período entre las 2:00 pm y las 10:00 pm y tercer período entre las 10:00 pm y las 6:00 am, todos los días (días calendario corridos), durante 12 meses.

ARTICULO 19. Frecuencia mínima de muestreo para hidrocarburos no metánicos (HCNM). Cuando se cumplan las condiciones descritas en el artículo 12 de la presente resolución, la Autoridad ambiental, deberá determinar la concentración de Hidrocarburos no metánicos como parte de un programa de seguimiento continuo de la calidad del aire, mediante el empleo de sistemas automáticos. Para ello deberá tomar una muestra continua durante 24 horas (entre las 0 horas y las 24 horas), todos los días, o de manera intermitente (cada dos días, dejando un día intermedio entre toma de muestras) durante los 12 meses del año.

CAPITULO VI EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN ZONAS RURALES

ARTICULO 20. Evaluación de la Calidad del aire en el área de Influencia de una o varias Fuentes de Emisión (corredores industriales) en zonas rurales. La autoridad ambiental competente solicitará anualmente a los responsables de las fuentes de emisión, el monitoreo de la calidad del aire en los términos y parámetros establecidos en la presente resolución, cuando restando las concentraciones de fondo se compruebe mediante un muestreo inicial, que el promedio de las concentraciones diarias de partículas suspendidas totales (PST), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) e hidrocarburos no metánicos (HCNM) sean iguales o mayores al 50% de la norma anual respectiva (para el caso del monóxido de carbono, el 50% de la norma en períodos de 8 horas). En caso contrario los responsables de tales fuentes de emisión quedarán exonerados de efectuar monitoreos de calidad del aire para uno o varios contaminantes.

PARAGRAFO. Cuando dentro del área de influencia de una o varias fuentes de emisión (corredores industriales) exista una o varias estaciones de muestreo que haga parte de un programa de vigilancia de la calidad del aire de la autoridad ambiental, los resultados obtenidos de tales estaciones podrán utilizarse para ese propósito.

ARTICULO 21. Estimación de la calidad del aire por métodos indirectos. En los casos en que no se requiera hacer mediciones directas de la calidad del aire

(para conocer el impacto potencial cuando se vayan a construir nuevas fuentes fijas de emisión, o cuando construidas no hayan iniciado la fase de operación), se podrá estimar el impacto sobre la calidad del aire en una zona rural por efecto de un proceso de combustión o de producción, mediante la aplicación de modelos matemáticos de dispersión gaussianos o sus equivalentes aprobados por la USEPA. En los estimativos se deberá reportar las concentraciones promedio para 24 horas y el promedio de las concentraciones diarias en el año.

ARTICULO 22. Determinación de la Zona de influencia de una o varias Fuentes de Emisión (corredores industriales) en zonas rurales, para efectos de la estimación de la calidad del aire. La Zona de influencia se determinará por la aplicación del modelo matemático de dispersión gaussiano de largo tiempo o su equivalente (Predicción de concentraciones de los contaminantes en un año) y estará definida por el área barrida por las isopleas que determinen las concentraciones de calidad del aire, por encima de los valores de fondo encontrados en la zona, mediante muestreo previo de campo. El tiempo a considerar para la determinación de la zona de influencia será de un año como mínimo.

ARTICULO 23. Evaluación del impacto sobre la calidad del aire por la construcción de un proyecto. Cuando quiera que se vaya a construir un proyecto de explotación minera (explotación de hidrocarburos, explotación de carbón y explotación de minerales a gran escala), para una industria, para una vía de alto tráfico vehicular, un aeropuerto nacional o internacional, puertos fluviales o marítimos y presas cuya construcción tenga una duración igual o mayor a nueve (9) meses, deberá realizarse un muestreo de la calidad del aire, previo a la construcción del proyecto (evaluación de la concentración contaminante de fondo) y un monitoreo mínimo de 10 días por período, que cubra parte de un período de lluvias y uno de verano y durante el tiempo de construcción de éste.

PARAGRAFO PRIMERO: Los proyectos en la etapa de construcción enunciados en el presente artículo también requerirán de la información solicitada en el artículo 11 de la presente resolución.

PARAGRAFO SEGUNDO: Cuando los proyectos inicien la etapa de operación, las mediciones de la calidad del aire solo se efectuarán de acuerdo con lo establecido en el artículo 20 de ésta resolución.

CAPITULO VII CRITERIOS DE CALIDAD DEL AIRE PARA LA DECLARATORIA DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION

ARTICULO 24. Niveles de Contaminación: Para la protección del medio ambiente y de la salud humana, se establecen los siguientes niveles de contaminación del aire, para las diferentes concentraciones y tiempos de

exposición de los contaminantes, con base en las normas de calidad del aire o nivel de inmisión fijadas en la presente resolución.

1.- NIVEL DE PREVENCIÓN (NIVEL II), cuando durante por lo menos nueve (9) meses en el año, el promedio aritmético (promedio geométrico para partículas suspendidas totales) de las concentraciones diarias con relación a la máxima concentración anual (excepto para monóxido de carbono) sea la siguiente:

- a) Dióxido de azufre (SO₂) superior a 80 µg/m³ (30.6 ppb), ó;
- b) Partículas en suspensión superior a 100 µg/m³, ó;
- c) Dióxido de nitrógeno (NO₂) superior a 80 µg/m³ (42.6 ppb).
- d) Monóxido de carbono (CO) superior a 10.000 µg/m³ (8.7 ppm). Entiéndase como el promedio aritmético de los valores obtenidos en períodos de 8 horas.

2.- NIVEL DE ALERTA (NIVEL III), cuando durante cinco (5) días en una semana la concentración con relación a la concentración máxima diaria sea la siguiente:

- a) Dióxido de azufre superior a 240 µg/m³ (91.9 ppb), ó;
- b) Partículas en suspensión superior a 400 µg/m³, ó;
- c) Dióxido de nitrógeno superior a 240 µg/m³ (127.8 ppb), ó;
- d) Monóxido de carbono superior a 10.000 µg/m³ (8.7 ppm). Entiéndase como el valor obtenido en un día por períodos de 8 horas.

3.- NIVEL DE EMERGENCIA (NIVEL IV), cuando durante cuatro (4) horas o más en un día cualquiera, la concentración máxima por hora sea la siguiente:

- a) Dióxido de azufre superior a 400 µg/m³ (153.1 ppb), ó;
- b) Partículas en suspensión superior a 600 µg/m³, ó;
- c) Dióxido de nitrógeno superior a 400 µg/m³ (213 ppb), ó;
- d) Monóxido de carbono superior a 40.000 µg/m³ (35 ppm).

PARAGRAFO PRIMERO: La declaratoria de los niveles de contaminación del aire establecida en la presente resolución, podrá efectuarse por la presencia de la concentración de uno sólo de los contaminantes señalados o por varios de ellos.

PARAGRAFO SEGUNDO: Los valores de concentración de contaminantes indicados, para la declaratoria de los niveles antes mencionados, han sido establecidos a condiciones de referencia (25°C y 760 mmHg).

ARTICULO 25. Casos de Excepción para la Declaratoria de los Niveles de Contaminación. Cuando se presenten niveles de concentración de contaminantes en el aire como los señalados en el presente artículo, la autoridad

ambiental competente deberá declarar los niveles de prevención, de alerta o emergencia para cada uno de ellos según el caso, excepto cuando dicho episodio se produzca por circunstancias como las siguientes:

- a) Por efecto directo de emisiones de fuentes fugitivas o dispersas, como explotación a cielo abierto de materiales de construcción y de minerales.
- b) Por la influencia de vías y terrenos sin pavimentar.
- c) Por la acción de incendios forestales.
- d) Por efecto de actividades de construcción o demolición.
- e) Por el uso de fuegos pirotécnicos.
- f) Por efecto de erupciones volcánicas.
- g) Por otras semejantes, de carácter temporal.

ARTICULO 26. Aplicación de los Planes de Contingencia por Niveles de Contaminación. Cuando quiera que se haya declarado en un lugar del territorio nacional cualquiera de los niveles de contaminación señalados en el presente artículo, las autoridades ambientales competentes deberán adoptar los planes de contingencia específicos necesarios, orientados a restringir o impedir el funcionamiento de todas fuentes causantes del episodio como lo establece el artículo 93 del Decreto 948 del 5 de Junio de 1995.

CAPITULO VIII

MÉTODOS DE REFERENCIA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AIRE EN EL TERRITORIO NACIONAL

ARTICULO 27. Campo de aplicación. Las presentes metodologías de muestreo y análisis de referencia para contaminantes del aire, son de observancia obligatoria en la operación de los equipos y estaciones fijas de monitoreo de la calidad del aire, cuando los resultados tengan validez oficial y con propósitos de divulgación o información al público en general.

PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST)

MÉTODO DEL MUESTREADOR DE ALTO VOLUMEN (HI-VOL)

Principio del método. El método de referencia, permite medir la concentración de partículas suspendidas totales en el aire, por medio de un muestreador de alto volumen adecuadamente instalado, que succiona a través de un filtro de fibra de

vidrio una cantidad determinada de aire (1.12 a 1.70 m³/min ó 40 a 60 ft³/min.) al interior de una caseta o coraza de protección, durante un período de muestreo de 24 horas. La velocidad de flujo del aire muestreado y la geometría del muestreador permiten coleccionar partículas hasta de 50 µm de diámetro aerodinámico; los filtros utilizados deben tener una eficiencia de recolección mínima del 99% para partículas de 0.30 µm.

En este método, el filtro se pesa en el laboratorio bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, antes y después de su utilización, para determinar la ganancia de peso neto (masa). El volumen total de aire muestreado, corregido a condiciones de referencia, se determina a partir del flujo de aire ambiente medido y del tiempo de muestreo. La concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente se calcula dividiendo la masa de partículas coleccionadas en el filtro y el volumen de aire muestreado durante las 24 horas y se expresa en microgramos por metro cúbico estándar (µg/m³std).

PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM-10)

MÉTODO MANUAL CON MUESTREADOR DE ALTO VOLUMEN

Principio del método. El nombre de PM-10 es la designación dada para material particulado en la atmósfera que tiene un diámetro aerodinámico de 10 micras o menos. El muestreador PM-10 de alto volumen, toma un volumen conocido de aire ambiente a una tasa de flujo constante por medio de una entrada selectiva, a través de uno o mas filtros. Las partículas con rango de PM-10 se recogen en un filtro durante un período de muestreo de 24 horas. Cada muestra en el filtro se pesa antes y después del muestreo, para determinar el peso neto ganado.

El volumen total de aire muestreado se determina de la tasa de flujo volumétrico y el tiempo de muestreo. La concentración de partículas con tamaño PM-10 en el aire ambiente se determina como la masa total de partículas de 10 micras, dividida por el volumen de aire muestreado. Este volumen debe ser corregido a condiciones estándar EPA 25°C (298°K) , 760 mm Hg (101 kPa), y la medida de la concentración de PM-10 es expresada en microgramos por metro cúbico estándar (µg/m³Std).

Un HI-VOL para PM-10 consta de dos componentes básicos. Una entrada especialmente diseñada que transmite solamente aquellas partículas con diámetros menores o iguales a 10 micras y un sistema de control de flujo capaz de mantener una tasa de flujo constante dentro de las especificaciones de diseño de la entrada. Existen dos tipos comunes de entradas para los HV PM-10, que se diferencian por el método de discriminación o selección de las partículas (impactación y ciclónico). Aunque estos dos tipos de entrada difieren en su forma física y en su principio de operación, tienen condiciones similares de tasa de flujo. Hay dos clases corrientes de sistema de control de flujo disponibles. Unos HV

PM-10 están equipados con sistema de control de flujo de masa (MFC); los otros están equipados con sistema de control de flujo volumétrico (VFC).

DIOXIDO DE AZUFRE (SO₂)

1°. MÉTODO AUTOMATICO POR FLUORESCENCIA MOLECULAR

Principio del método. El método de referencia para la determinación de dióxido de azufre en el aire ambiente es el de fluorescencia (método automático), el cual se basa en la medición de la luz fluorescente emitida por ciertas moléculas cuando son excitadas por una fuente de radiación.

La medición del contaminante se realizara en forma continua mediante el empleo de dispositivos automatizados; el reporte de los valores de concentración, se calcularán en ppm, en promedios por minuto y a partir de éstos, se calcularán los promedios horarios, reportándose el promedio de los 24 promedios horarios del día.

2°. MÉTODO MANUAL DE COLORIMETRÍA CON PARAROSANILINA

Principio del método. El método de referencia se aplica en la determinación del dióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, por medio de la técnica analítica por vía húmeda de la pararosanilina. En éste método el dióxido de azufre, es absorbido del aire en una solución de tetracloromercurato de potasio (TCM) con una concentración 0.04 molar (M), obteniéndose un complejo, el monoclorosulfonatomercurato, el cual resiste la oxidación por O₂ del aire. Una vez formado, este compuesto es estable a oxidantes fuertes. (por ejemplo el ozono y óxidos de nitrógeno). El compuesto reacciona con la pararosanilina y formaldehído, formando ácido metilsulfónico de pararosanilina, de color muy vivo, cuya intensidad cromática puede medirse con un espectrofotómetro a 548 nanómetros (nm) y es directamente proporcional a la cantidad de Dióxido de azufre (SO₂) colectado. El volumen total de la muestra de aire corregido a condiciones de referencia, se determina a partir de la velocidad y el tiempo de muestreo. La concentración de SO₂ en el aire ambiente se expresa en microgramos por metro cúbico estándar (µg/m³std).

DIOXIDO DE NITROGENO (NO₂)

1°. MÉTODO AUTOMATICO POR QUIMIOLUMINISCENCIA.

Principio del método. El método permite medir de manera indirecta la concentración de dióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, mediante la determinación fométrica de la intensidad de la luz a longitudes de onda superiores a 600 nm, como resultado de la reacción de quimioluminiscencia del

óxido nitroso (NO) con el ozono (O₃) generado en el mismo instrumento. En este método se reduce cuantitativamente el NO₂ a NO mediante un convertidor. El NO que se encuentra normalmente en el aire con junto con el NO₂ pasa sin cambiar a través del convertidor, causando una concentración resultante total de óxidos de nitrógeno (No_x) igual a NO+NO₂.

Se mide también una muestra del aire de entrada sin que pase a través del convertidor. Esta última medición se resta de la primera medición (NO+NO₂) para dar la medición final de NO₂. Las determinaciones de NO se pueden hacer de manera conjunta, utilizando un sistema dual o en forma cíclica con el mismo sistema, cuando la duración del ciclo no sea mayor de un minuto.

La medición se realizara de forma continua mediante el uso de procesos automatizados. El reporte de la concentración se efectuará en ppm, en promedios por minuto, calculando a partir de éstos los promedios horarios, reportándose los promedios de los 24 promedios horarios del día y el valor máximo horario del día.

2°. MÉTODO MANUAL DE ARSENITO DE SODIO

Principio del método. Se fundamenta en el hecho de que el dióxido de nitrógeno (NO₂) es absorbido del aire ambiente, en una solución de hidróxido de sodio y arsenito de sodio, para formar una solución estable de nitrito de sodio. El ión nitrito producido durante el muestreo se determina colorimétricamente por reacción del agente absorbente expuesto con ácido fosfórico, sulfanilamida e dihirocloreuro de N-1 naftilendiamina. El método es aplicable para la colección de muestras en campo por 24 horas y posterior análisis en el laboratorio.

MONOXIDO DE CARBONO (CO)

MÉTODO AUTOMATICO DE ABSORCION INFRAROJO NO DISPERSIVO

Principio del método. El método se basa en la capacidad que tiene el monóxido de carbono para absorber la energía de determinadas longitudes de onda, que consiste en medir la radiación infrarroja absorbida por el monóxido de carbono mediante un fotómetro no dispersivo.

En este método se hace pasar un haz de energía infrarroja a través de una celdilla que contiene la muestra de aire por analizar, midiéndose la energía infrarroja absorbida por el monóxido de carbono presente en esa muestra de aire por medio del fotómetro.

OZONO (O₃)

MÉTODO AUTOMÁTICO POR QUIMIOLUMINISCENCIA

Principio del método. El método de referencia para determinar la concentración de ozono en el aire ambiente, es el de quimioluminiscencia. se basa en la capacidad que tiene el ozono de emitir luz al reaccionar con etileno.

En este método se hace entrar simultáneamente aire y etileno a la cámara de mezclado de analizador. Allí, el ozono presente en el aire reacciona con el etileno emitiendo una luz, que se detecta a través de un tubo fotomultiplicador. La fotocorriente resultante se amplifica y puede leerse directamente o mostrarse en un registrador

HIDROCARBUROS TOTALES (DADOS COMO CH₄)

MÉTODO AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN POR IONIZACIÓN DE LLAMA

Principio del método. El método se aplica a mediciones semicontinuas de hidrocarburos totales (HCT)), donde se introducen volúmenes medidos de aire de manera intermitente a un detector de ionización de llama de hidrógeno, que mide la concentración de hidrocarburo total.

MÉTODOS EQUIVALENTES PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AIRE EN EL TERRITORIO NACIONAL

ARTICULO 28. Campo de aplicación. Los siguientes métodos de muestreo y análisis equivalentes para contaminantes del aire, son de observancia obligatoria en la operación de los equipos y estaciones fijas de monitoreo de la calidad del aire, cuando los resultados tengan validez oficial y con propósitos de divulgación o información al público en general.

1°. Método equivalente para la determinación de dióxido de azufre (método automático). El método equivalente para determinar el SO₂) en el aire ambiente, es el de Conductimetría cuyo principio de medición está basado en la conductividad. La muestra de gas es introducida en un reactivo líquido y el cambio en la conductividad se mide después de que se completa la reacción entre el líquido y el gas. En el equipo automático la muestra de gas y el reactivo líquido se alimentan continuamente dentro de la celda de reacción, la conductividad dependerá de la relación del gas muestreado con el flujo volumétrico del líquido.

2°. Método equivalente para la determinación de dióxido de nitrógeno (método manual). Podrá utilizarse como método equivalente el propuesto con anterioridad (resolución No 03194 del 29 de Marzo de 1983 de Min. Salud), que se

basa en que el dióxido de nitrógeno se absorbe en una solución acuosa de trietanolamina, el análisis posterior se efectúa usando un reactivo que forma un azo-colorante. El color producido por el reactivo se mide con un espectrofotómetro a 540 nm (nanómetros). La sensibilidad del método depende del reactivo de GRIESS SALTZMAN.

3°. Método equivalente para la determinación de ozono. El método equivalente para determinar el ozono (O_3) en el aire ambiente, es el de fotometría en la región de radiación ultravioleta, el cual se fundamenta en el principio fotométrico de la absorción de luz en el rango de la radiación ultravioleta por el ozono. Este principio es aplicable también para la calibración del equipo de medición.

La medición se efectúa de manera continua mediante el uso de procesos automáticos. Para el reporte de las concentraciones, estas se calculan en ppm, en promedio por minuto y a partir de éstos se calculan los promedios horarios. Con los horarios se calculan los promedios de 8 horas en forma continua, reportándose la máxima concentración presentada en el día.

4°. Método equivalente para la determinación de PM-10 (método continuo automático). El método equivalente, es el TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) que utiliza un filtro intercambiable sobre el extremo de un tubo perforado oscilante. El aire pasa continuamente a través del filtro y las partículas menores de 10 micras depositadas reducen la frecuencia de oscilación del tubo. Basado en la relación directa entre la masa y la frecuencia, un microprocesador calcula la masa total de partículas acumuladas así como la concentración en el tiempo real de medición.

5°. Método equivalente para la determinación de PM-10 (método continuo automático). El método equivalente, es el de atenuación (o absorción) de rayos beta, que consiste en que la radiación emitida por una fuente de rayos β pasa por un filtro de fibra de vidrio limpio, generalmente en forma de cinta. Un volumen conocido de muestra de aire se hace pasar por el filtro y en la mancha se mide la atenuación de rayos beta por absorción de la muestra; periódicamente el filtro va desplazándose. La relación entre ambas mediciones dan la cantidad de PM-10 depositado.

6°. Método equivalente para la determinación de monóxido de carbono (CO). El método equivalente para la determinación de la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente, el de fotometría de correlación de filtro de gas.

Este método tiene el mismo principio de medición que el método de referencia, que se fundamenta en la capacidad que tiene el monóxido de carbono (CO), para absorber energía infrarroja. En éste se usa como filtro el mismo gas que se está midiendo o algún otro gas patrón.

7°. Método equivalente para la determinación de monóxido de carbono (CO).

Método de cromatografía gaseosa; se aplica en la determinación de la concentración de monóxido de carbono, en la cual un volumen determinado de aire se hace pasar por una columna cromatográfica que separa de una forma efectiva el monóxido de carbono de otros gases contenidos en la muestra. El monóxido se reduce a metano (CH₄) haciendo pasar hidrógeno por un catalizador calentado de níquel. El metano producido se pasa a través de un detector de llama ionizante, donde una señal digital muestra la concentración de CO contenida en la muestra de aire.

PARAGRAFO: No obstante los métodos válidos de referencia y equivalencia anteriores, las Autoridades Ambientales que con anterioridad a la presente resolución hayan adquirido equipos con metodología diferentes, podrán utilizarlos como parte de su red por un periodo máximo de 7 años previa determinación de los procesos de calibración con patrones certificados y la periodicidad para los mismos de acuerdo al manual del fabricante y el aval del Ministerio del Medio Ambiente.

ARTICULO 29. Métodos de Muestreo y Análisis de Sustancias peligrosas (no convencionales): Para la determinación de las concentraciones en el aire de plomo, cadmio, mercurio, cloro, arsénico, cromo, flúor, vanadio, definidos en el artículo 3 de esta resolución, se utilizará el muestreo de partículas de alto volumen, en forma continua durante 24 horas, y empleando para su análisis la espectrofotometría de absorción atómica.

La determinación de sulfuro de hidrógeno deberá efectuarse por el muestreador de gases, en forma continua durante 15 /30 minutos, utilizando el método de azul de metileno.

ARTICULO 30. Métodos electroquímicos (equipos portátiles) para monitoreos temporales de calidad del aire. Cuando quiera que se necesite hacer muestreos temporales para la determinación de la línea base de calidad del aire, o para determinar el impacto sobre la calidad del aire por la construcción u operación de fuentes fijas, la determinación de la concentración de Monóxido de carbono, hidrocarburos totales, COVs, Benceno, Xileno, antraceno tolueno, oxidantes fotoquímicos (O₃) y sustancias peligrosas (no convencionales), podrá efectuarse con equipos electroquímicos portátiles con precisiones certificadas por el fabricante del orden del 85% como mínimo y que puedan ser calibrados con patrones certificados. Los demás contaminantes establecidos en la presente resolución como dióxido de azufre (SO₂), Dióxido de nitrógeno (NO₂), partículas suspendidas totales (PST) y Partículas menores a 10 micras, deberán medirse por los métodos de referencia o equivalentes señalados en la presente resolución.

PARAGRAFO. Debe entenderse que los muestreos temporales, no forman parte un programa sistemático de seguimiento continuo llevado a cabo con REDES FIJAS DE MONITOREO.

ARTICULO 31. Actualización de Metodologías de Muestreo y Análisis de Contaminantes: El Ministerio del Medio Ambiente, podrá en cualquier tiempo, modificar los métodos para toma de muestras y análisis de contaminantes del aire, establecidos en el artículo 29 de esta resolución, con el objeto de actualizar y unificar criterios de muestreo y análisis, y homologar los equipos y procedimientos en ejercicio de la facultad de homologación contemplada en el artículo 65, literal I, del decreto 948 de 1995 .

ARTICULO 32. Sanciones. El incumplimiento a las disposiciones señaladas en la presente resolución dará lugar a la aplicación de las sanciones establecidas en el Decreto 948 del 5 de Junio de 1995, sin perjuicio de las demás sanciones conforme a la ley haya lugar.

ARTICULO 33. La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación y deroga todas las disposiciones que le sean contrarias.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CUMPLASE

Dada en Santafé de Bogotá D.C. a los

AJUSTES EFECTUADOS A LA NORMA

1. De acuerdo a la distribución normal y usando una certidumbre del 95% de probabilidad la cual es la usual en el desarrollo de proyectos experimentales, se puede encontrar que el student factor correspondiente al rango entre 120 muestras y 160 muestras varia en 2 centésimas, valor que se considera despreciable en la representatividad de las muestras, mas aún cuando el factor para 200 muestras o infinitas muestras es de 1.96.

Por lo anterior y conscientes del escaso presupuesto para manejar las redes de calidad del aire en el país, se estima que se pueden lograr ahorros hasta de 9.500.000,00 anuales sin disminuir la certidumbre y representatividad de las muestras tomadas al pasar de 160 muestras a 120 muestras. Por lo anterior, se efectuó el cambio de la cantidad de muestras a tomar de 160 a 120.

2. Si bien el 95% de los equipos existentes en la red de aire de las 17 diferentes Autoridades Ambientales montados en Colombia cumplen con la metodología de referencia o de equivalencia planteadas en este proyecto de norma, se ha efectuado inversiones en un 5% en equipos que si bien no cumplen con la metodología a estandarizar por esta norma, con un adecuado mantenimiento y calibración pueden generar datos representativos a la red de calidad de aire.

Por lo anterior se considera que estos equipos deben hacer parte de la red por un periodo igual al de su vida útil operando desde un sistema de calibración apropiado y acoplándolos a una plataforma de manejo de información homogéneo en el país.

3. Respecto a la norma local, se considera mejor sean los datos recolectados los que cambien a condiciones de la norma y no ésta, esto con el objeto de trabajar con a las mismas condiciones a nivel nacional. Por lo anterior se involucro los cambios pertinentes en las formulas de cálculo.

4. Con el propósito de manejar las unidades internacionales propuestas por la normatividad técnica del ICONTEC, se involucraron estas en las definiciones de referencia.