

## Protocolo de Monitoreo de Calidad de Aire y Emisiones

- **ANTECEDENTES**
- **AMBITO DE APLICACION DEL PROTOCOLO**
- **Capítulo I. MONITOREO DEL AIRE AMBIENTAL**
- **Capítulo II. PRUEBAS MANUALES EN CHIMENEAS**
- **Capítulo III. MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES POR CHIMENEAS**
- **Capítulo IV. INFORMES**
- **Capítulo V. DEFINICIONES**

## **ANTECEDENTES**

El Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales (DGAA), ha incluido entre sus objetivos, el establecimiento de estándares nacionales de emisión y calidad de aire para las operaciones de hidrocarburos de acuerdo a lo establecido en el [Error! No se encuentra la fuente de la referencia.](#) (Decreto Supremo 046-93-EM). De igual forma, y de considerarlo conveniente, la DGAA podrá establecer estándares específicos y requerimientos para las plantas e instalaciones individuales. Ambos tipos de estándares nacionales y específicos, son administrados y exigidos en su cumplimiento por la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) del MEM con apoyo de la DGAA.

En concordancia con las regulaciones de protección ambiental, todas las compañías productoras de hidrocarburos deben conducir programas de monitoreo de fuentes de emisión y calidad de aire ambiental, a solicitud de la DGH y cuando sea necesario, para demostrar el cumplimiento con los estándares ambientales aplicables. Este documento presenta las pautas específicas para el diseño y cumplimiento de tales programas, establece también los formatos estandarizados para la presentación de los resultados. El objetivo es asegurar la recolección de datos de calidad comparable y aceptable, información que estará a disposición de la DGH en un formato consistente. El uso de procedimientos analíticos y de formatos de reporte comunes es fundamental para garantizar la calidad de los datos obtenidos.

Los resultados de los programas de monitoreo serán utilizados por el MEM para controlar, en forma regular y sistemática, las emisiones a la atmósfera causadas por la industria de hidrocarburos así como el impacto de estas emisiones al ambiente. Los estándares y requerimientos de monitoreo para plantas específicas pueden ser revisados y cambiados si el MEM lo considera necesario, para la protección del bienestar y la salud pública. El MEM se reserva el derecho de comprobar y auditar los programas de monitoreo conducidos por una empresa para verificar su consistencia con los estándares ambientales aplicados.

## **AMBITO DE APLICACION DEL PROTOCOLO**

Este protocolo se ha diseñado para facilitar la adecuada identificación de las tecnologías de monitoreo disponibles así como los potenciales requerimientos de monitoreo y presentación de informes. Sin embargo, no se espera que todos los centros de producción de hidrocarburos implementen en forma obligatoria todos o algunos de los métodos presentados. Los requerimientos reales dependerán de la naturaleza y escala de las instalaciones, así como de la calidad y cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera y su ubicación con relación a centros poblados, ciudades o áreas potencialmente sensibles. A continuación se presentan recomendaciones para la implementación del protocolo; no obstante, el MEM puede revisar estas recomendaciones cada cierto tiempo (de ser necesario) y establecer requerimientos adicionales a las unidades operativas en forma individual, para hacer frente los problemas ambientales locales y específicos.

**Fase de exploración geológica y geofísica:** En esta fase no se presentan fuentes significativas de contaminación atmosférica, en consecuencia, no es necesario monitorear fuentes específicas de emisión o el aire del ambiente, a menos que el MEM lo solicite en forma explícita.

**Fase de Exploración y Perforaciones de Desarrollo:** El monitoreo ambiental debe ser realizado paralelamente a la perforación de los pozos, operación en la cual se producen emisiones de gases naturales que contienen ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) en concentraciones de 10 mol/kmol o más. Sin embargo, este aspecto está más vinculado a la Seguridad e Higiene Industrial que a la contaminación ambiental. Por ello no se requiere monitoreo específico alguno, a no ser que, el MEM así lo determine.

**Fase de Explotación:** Toda instalación que emita 10 toneladas o más de óxidos sulfurosos (SO<sub>2</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) por año debe preparar un inventario de emisiones,

conforme a lo dispuesto en la sección 3c del Cap. IV de la presente guía, dando cuenta al MEM de sus resultados en un informe anual.

El monitoreo continuo de las emisiones provenientes de chimeneas y los muestreos manuales en chimeneas son necesarios en las plantas de procesamiento de gas que produzcan más de 50 toneladas/día de azufre elemental (S) o emitan más de 10 toneladas/día de SO<sub>2</sub>, salvo disposición, expresa del MEM. Estas plantas llevarán a cabo un programa de monitoreo de aire para verificar periódicamente el cumplimiento de las regulaciones específicas sobre calidad del aire. Sin embargo, cuando la planta u otra instalación se ubica en la vecindad de receptores considerados potencialmente sensibles (por ejemplo, centros poblados, mercados, granjas, etc.) el MEM puede establecer los requisitos de reporte y monitoreo que considere conveniente como requisito para el otorgamiento de la licencia de operación.

Fase de transformación o refinación: Las exigencias para las operaciones de refinación de crudos serán iguales a aquellas especificadas en el ítem (3) para las plantas procesadoras de gas.

Fase de Transporte y Almacenamiento: De momento no existen requerimientos específicos de monitoreo en esta fase.

## Capítulo I. MONITOREO DEL AIRE AMBIENTAL

### 1. DISEÑO DE LA RED DE MUESTREO Y SELECCION DE ESTACIONES DE MUESTREO

#### a) Objetivos

El objetivo primario de cada estación en una red de muestreo, es posibilitar la detección de las concentraciones máximas a nivel del suelo del contaminante relacionado a determinada fuente, para verificar el cumplimiento de los estándares vigentes en el país. Un objetivo secundario es medir los impactos del contaminante (o contaminantes) sobre un receptor considerado sensible (por ejemplo, áreas residenciales cercanas, asentamientos humanos, ciudades, mercados, granjas), que pueda ser adversamente afectado por las emisiones atmosféricas consideradas.

#### b) Selección de la Estación de Monitoreo

El número de estaciones necesarias y su ubicación deben basarse en criterios, objetivos y procedimientos claros. Cuando menos, una estación de muestreo de aire debe localizarse a 300 m. en sotavento de la fuente principal de emisiones y a una altura de 1,5 m. sobre el nivel del suelo, tal como se especifica en la Tabla No.4 del Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos. Sin embargo, se recomienda un procedimiento más riguroso, cuyos componentes básicos se describen a continuación. La selección de la metodología y el resultado de la aplicación de modelos de dispersión deben ser documentados y guardados para su correspondiente análisis por parte del MEM.

Modelo de dispersión detallado: El perfil de la concentración potencial de contaminantes en sotavento respecto a una instalación comprometida, debe ser determinada mediante un modelo de dispersión detallado que combine datos de emisiones, condiciones meteorológicas y topográficas. La U.S. Environmental Protection Agency (EPA)

(Agencia Estadounidense de Protección Ambiental) ha desarrollado una gran variedad de modelos de dispersión atmosférica detallados, los cuales se recomiendan a este propósito. El modelo específico a usarse depende del tipo y número de fuentes de emisión y de la forma del terreno. La siguiente lista incluye los modelos EPA-USA disponibles y aclara las condiciones de aplicación óptimas para cada caso:

SCREEN 2 - Es un modelo que incluye una sola fuente (chimenea) en terreno plano o no más elevado que el tope de la chimenea.

ISCST2 - Este programa modela emisiones de fuentes industriales complejas (chimeneas múltiples), con periodos de dispersión cortos; se aplica para terrenos planos o no más elevados que el tope de las chimeneas.

RTDM - Este es un modelo para terrenos accidentados y fuentes múltiples, donde la altura de los accidentes orográficos no debe sobrepasar la altura de las plumas.

CTDM - PLUS/CTCScreen - Este modelo es aplicable a terrenos complejos y a fuentes múltiples de emisión.

VALLEY - Un modelo particular para estudios de la dispersión de contaminantes en un valle.

SHORELINE DISPERSION MODEL - Dedicado a problemas especiales de dispersión atmosférica sobre líneas costeras.

Pueden obtenerse copias de los modelos referidos contactándose con:

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

Source Receptor Analysis Branch (MD-14)

Research Triangle Park, NC, 27711

U.S.A.

Teléfono: (919) 541-5742

También pueden obtenerse copias de los modelos descritos a través del sistema de boletines electrónicos (BBS) emitidos por el Centro Regulador de Modelos Atmosféricos de EPA-USA (SCRAM). El BBS-SCRAM es accesible vía modem a través de la Red de Transferencia Tecnológica de la misma Agencia (TTN), sistema que ofrece acceso a numerosas directivas técnicas llamando al teléfono : (919)-541-5742.

La TTN puede comunicar con modems que operan en el rango de 300 a 14 400 baudios. Sin embargo, modems de mayor velocidad, pueden acceder a los estándares ITU. El estándar para 9 600 bps. es V.32 y V.32 bis para los 14 400 baudios.

Identificación de receptores sensibles locales: En caso de existir algún receptor dentro del área general de estudio (ejemplo, entre la planta y la región de puntos potenciales de máxima concentración de contaminantes, a nivel del suelo), debe ser identificado por estar en riesgo.

Identificación de estaciones potenciales de monitoreo: Debe considerarse una lista razonable de estaciones destinadas al estudio inicial. Esto será posible tomando en cuenta los factores favorables específicos de cada lugar, incluyendo los que se enumeran a continuación:

Ubicación de otras fuentes y estaciones de monitoreo existentes o programadas en el área.

Topografía.

Resultados del monitoreo actual y previo.

Accesibilidad a los sitios propuestos.

Disponibilidad de energía eléctrica (la generación de energía eléctrica por equipos portátiles debe evitarse totalmente).

Interferencias locales

Seguridad

Las redes de estaciones independientes deben complementarse una a la otra.

Las estaciones no deben ubicarse en áreas sin pavimento a menos que exista cobertura vegetal todo el año, para mantener al mínimo la influencia de partículas removidas por el viento.

Clasificación y selección final de estaciones: La ubicación de los potenciales lugares de muestreo debe ser objetivamente establecida usando factores de cobertura geométrica -como se describe a continuación- u otros métodos apropiados (referencias: Munn, 1981; Hougland and Stephens, 1976; Noll and Miller, 1977; Noll et.al., 1971; Noll 1978; Noll and Miller, 1976; Smith and Egan 1979). El número final de estaciones requeridas es establecido en base a la clasificación.

Si la selección se basa en factores de alcance o cobertura geométrica, la ubicación a la que corresponde el mayor valor debe ser la primera opción; seguida por el sitio con la segunda

cobertura geográfica, a la que corresponde el segundo valor y, así sucesivamente, hasta completar las ubicaciones necesarias. El valor correspondiente a una estación puede ser calculado usando la relación:

$$G = W \cdot D \cdot R.$$

Donde: G = Factor geográfico de cobertura

W = Frecuencia del viento de la fuente a la estación

D = Ponderación arbitraria de la dispersión

R = Sensibilidad del receptor a los contaminantes de interés, 1, 2 o 3 para sensibilidades baja, media y alta, respectivamente.

La ponderación de la dispersión puede basarse en los siguientes factores:

Concentración máxima en periodos cortos.

Concentración promedio en periodos largos.

Concentraciones que ocurren bajo las velocidades más frecuentes del viento y clase de estabilidad.

Probabilidad de detectar concentraciones más allá de cierto nivel.

Probabilidad que la concentración medida esté dentro de una fracción de su valor real n veces, en N ocurrencias con un determinado margen de confiabilidad (Método de Noll).

Ejemplo :

Consideremos el caso representado en la Fig. No.1, donde una flama resultante de la quema de gas crudo, genera emisiones de SO<sub>2</sub> a la atmósfera. Los cálculos detallados de dispersión utilizando el modelo SCREEN 2 muestran que las mayores concentraciones a nivel del suelo ocurren para condiciones de estabilidad Pasquill clase C, con una velocidad de viento cercano al promedio mayor. Bajo estas condiciones, el mayor nivel de concentración del SO<sub>2</sub> ocurre a una distancia de 4 Km. de la fuente. Lamentablemente, a esta distancia no existen lugares accesibles para elegir una estación de muestreo. Los únicos lugares potencialmente favorables en la zona son los identificados como A-F. Las concentraciones máximas calculadas para estos lugares son 224, 208, 224, 276, 294 y 260 ug/m<sup>3</sup>, respectivamente. En base a la información disponible sobre dirección del viento en la zona, se sabe que los períodos en los cuales el viento sopla de la flama hacia cada lugar corresponden al 14, 14, 21, 18, 18 y 9 por ciento, respectivamente.

La sensibilidad de los receptores no son necesariamente diferentes, pero en este caso, parece razonable asumir que los huertos y el balneario, tienen una sensibilidad mayor (asignamos R=3) y los otros lugares tienen una sensibilidad menor (R=1). Por tanto, los factores de alcance o cobertura geométrica se calculan como sigue :

$$G(A) = 14 \times 224 \times 3 = 9\,408$$

$$G(B) = 14 \times 208 \times 1 = 2\,912$$

$$G(C) = 21 \times 224 \times 3 = 14\,112$$

$$G(D) = 18 \times 276 \times 1 = 4\,968$$

$$G(E) = 18 \times 294 \times 1 = 5\,292$$

$$G(F) = 9 \times 260 \times 1 = 2\,340$$

En consecuencia, la primera elección sería C, el balneario, y la segunda A, el huerto. Sin embargo, se advierte que si la sensibilidad potencial fuese igual en todos los lugares, la primera elección correspondería a E, la segunda a D.

Otros factores de ponderación para dispersión (por ejemplo, concentraciones de NOx a nivel del suelo), darían diferentes resultados pero igualmente válidos.

#### C) Criterios de diseño para las estaciones de monitoreo

Cada una de las estaciones de monitoreo debe cumplir con los criterios específicos de la Tabla No. 1. En caso de utilizar generadores portátiles de energía en el lugar de muestreo, éstos deberán ubicarse tan lejos como sea posible del tomacorriente, de preferencia a favor del viento. Una regla general aplicable es que la separación sea de por lo menos de 30 m.

## LEYENDA

A - CHACRA

B - CENTRO POBLADO O CIUDAD

C - BAÑOS TERMALES

D y E - GRANJA

F - PARQUE

D) Documentación de la estación y la red

Cada planta o instalación llevará un archivo por cada estación y red de monitoreo; la siguiente información estará a disposición del MEM:

Un mapa reciente del área en el que estén claramente indicadas las vías de acceso, líneas férreas, aeropuertos, lagos, ríos, asentamientos humanos y toda señal notable que exista, incluyendo la localización de las estaciones claramente indicada.

Un mapa topográfico mostrando la ubicación de las estaciones (de preferencia a escala 1:50000 con curvas de nivel cada 10 metros).

Mapas topográficos y del área indicando la ubicación de la planta, tanques de almacenamiento y además instalaciones existentes.

Un gráfico de rosa de vientos (de preferencia en base a promedios de los 10 últimos años) del área para las estaciones existentes, así como para las nuevas (si su ubicación ya está decidida).

Copia de la documentación completa prevista en el Apéndice 1 para las estaciones estáticas.

Para cada una de las estaciones de monitoreo continuo:

Copia de los formularios debidamente llenados.

Una fotografía aérea reciente (si es posible) cubriendo un área aproximada de un kilómetro cuadrado, la estación debe estar ubicada en el centro de la fotografía.

Un croquis del entorno en un radio de 500 m mostrando el relieve topográfico, la vegetación de importancia, construcciones y otras perturbaciones físicas (claros, cárcavas, torres, etc.) incluyendo las distancias relevantes a una escala aproximada. La altura de los obstáculos debe figurar en el croquis.

Un croquis la de sección transversal de los obstáculos relevantes del área para mostrar alturas y ángulos de elevación. Este esquema mostrará los obstáculos en ambas márgenes de las estaciones de monitoreo continuo, dentro de los 500 m de radio y también a lo largo de líneas trazadas desde la planta a la estación de monitoreo.

Láminas a color mostrando detalles de los sistemas de toma o ingreso del muestreador o los tubos múltiples utilizados en la estación.



Lámina a color (fotografía) de la cubierta estructural que alberga los instrumentos, tomada del lado de la puerta con la dirección de exposición, señalada al pie.

Cuatro fotografías mostrando el entorno de las estaciones desde la cubierta al este, al sur, al oeste y al norte con la dirección apropiada marcada claramente señalada al pie.

Si la estación no se ajusta al criterio estándar, proporcionar fotografías adicionales y croquis que ilustren las irregularidades.

## 2. MONITOREOS: ESTÁTICO E INTERMITENTE

### a) Estaciones de muestreo

Presentación de Información. Se recomienda que los períodos de muestreo coincidan lo más posible con cada mes calendario.

Todos los datos deben ser presentados de acuerdo a los formatos contenidos en el Apéndice 3. Debe adjuntarse al informe mensual copia del informe remitido por el laboratorio en el que se efectuó el análisis de las muestras; a su vez estos resultados serán certificados por la firma autorizada por los profesionales del laboratorio responsable.

### Índice de Sulfatación e Hidrógeno Sulfurado

El índice de sulfatación de muestras ambientales se determina de acuerdo a los estándares ASTM aplicable tanto al método turbidimétrico como al de colorímetro automatizado.

El método del acetato de zinc para la detección del hidrógeno sulfurado H<sub>2</sub>S es aceptable sólo en la fase de muestreo estático.

El procedimiento adecuado para la determinación del hidrógeno sulfurado en el aire ambiental es la titulación yodométrica. Los niveles referenciales para índices de sulfatación y de H<sub>2</sub>S son 0,50 y 0.10 mg. SO<sub>3</sub> equivalente/día/100cm<sup>2</sup> - para trióxido de azufre o anhídrido sulfúrico - respectivamente.

Las redes existentes pueden cambiar del método de muestreo por bujías de plomo al de placas, siempre que ambos métodos sean probados por un mínimo de tres meses en cada estación. En redes nuevas se pueden usar directamente las placas de sulfatación desde el inicio.

Partículas Sedimentables. La determinación de los valores de partículas sedimentables totales y fijas se efectuará usando el método gravimétrico estandarizado ASTM. Es necesario resaltar el cuidado requerido en todas las etapas de preparación, manejo y análisis de estas muestras. En algunos casos, la DGH puede disponer que estas muestras sean también analizadas por metales. El método de análisis recomendado para tales casos está especificado en la sección 3 del Cap.II.

Dióxido de Nitrógeno. Las concentraciones promedio de NO<sub>2</sub> en el aire ambiental serán determinados usando el método estándar de exposición a la trietanolamina ASTM, también con el uso de monitores estáticos.

Otros. La DGH puede solicitar cada cierto tiempo mediciones de otros contaminantes o sus efectos ambientales. Ellas pueden incluir las siguientes variables y métodos de determinación:

Índice de corrosión, aplicando el método, estandarizado ASTM de

PH de la precipitación (lluvia), usando el método del electrodo de vidrio.

Opacidad (Método 9, EPA-USA)

b) Muestreadores de Alto Volumen

El uso de muestreadores de alto volumen para la determinación de las concentraciones de partículas en suspensión (flotantes) en el aire ambiental debe sujetarse a los procedimientos de la ASTM (Hi-Vol). El muestreo debe efectuarse las 24 horas del día, contabilizadas desde las 00:00 hrs. (hora estándar local). Para que la muestra tomada sea válida, el Hi-Vol operará con el mismo medidor de flujo y entubado usado durante la calibración. A su vez, es necesario efectuar la calibración por lo menos una vez cada tres meses.

Tanto la ubicación del Hi-Vol como el cronograma de muestreo deben ser aprobados por la DGH.

Al completar un periodo de muestreo, se debe registrar el número de identificación del filtro así como la ubicación y el número de la estación, el tiempo de muestreo y la fecha; de igual forma, cualquier otro factor que pueda influir en los resultados, tales como las condiciones meteorológicas, actividades inusuales en el área, etc.

El material particulado de carácter oleaginoso, como el humo de madera o el smog fotoquímico puede causar una rápida disminución del flujo de aire a un ritmo no uniforme. Una densa niebla o el alto contenido de humedad, pueden humedecer excesivamente el filtro, reduciendo el flujo de aire a través de él.

Los filtros de fibra de vidrio son relativamente insensibles a los cambios en la humedad relativa, pero las partículas colectadas se hacen higroscópicas (Tierney y Conner, 1967). Cuando las concentraciones de partículas son anormalmente altas, pueden ocurrir pérdidas, al debilitarse la adhesión entre las partículas y el filtro.

### 3. MONITOREO CONTINUO DEL AIRE AMBIENTAL

Los sistemas de monitoreo continuo son aquéllos capaces de realizar por lo menos un análisis cada 30 segundos. El término *¡Error! No se encuentra la fuente de la referencia.* no significa necesariamente que el sistema esté ubicado siempre en un lugar fijo, aunque a veces se da el caso. Existen sistemas de monitoreo continuo montados en trailers que se desplazan de un lugar a otro de acuerdo a intervalos regulares de tiempo (de unos pocos días, a meses o más). Un trailer puede brindar servicios a diferentes plantas.

a) Selección del Monitor de Vientos.

Los sensores de viento utilizados pueden ser de tres tipos: de eje vertical rotatorio (de cubetas), de eje rotatorio horizontal (eje de cardan o propulsión), membrana caliente o sónica. El transductor que convierte el movimiento rotatorio en señal eléctrica puede ser un haz de luz interrumpido (foto interruptor) o un generador de corriente directa (DC). El sistema de medición de la velocidad del viento debe cumplir con las siguientes especificaciones:

un nivel de arranque de 1,5 km/h (0,4 m/s),

una precisión de  $\pm 1$  por ciento,

distancia constante de menor a 3 m, y

un rango entre 0 y 100 km/h (de 0 a 30 m/s).

La dirección del viento puede ser monitoreada en todo momento con una veleta plana o indirectamente, midiendo dos componentes horizontales y combinándolos vectorialmente. El primer tipo de sensor de dirección del viento debe ser orientado respecto al norte verdadero. En el caso de los otros (a propulsión o membranas), uno se orienta al norte verdadero y otro al este. Si bien puede usarse un compás magnético (brújula) para el inicio de la orientación del sensor; el uso de puntos topográficos de referencia es más preciso. Sistemas de medición continua de la velocidad del viento deben cumplir con las siguientes especificaciones:

un nivel de arranque de 1,5 km/h (0,4 m/s) y

una precisión de  $\pm 5\%$

De usarse una veleta plana, las especificaciones adicionales son:

una relación de amortiguación de 0,4 a 0,6,

variación de distancia menor a 3 m, y

separación física del sensor de velocidad, menor a 0,6 m.

Además, debe diseñarse un sistema que evite las discontinuidades (por ejemplo, el norte verdadero).

Un radar acústico tipo Doppler (SODAR) o una torre de 30 m de altura mínima con medidores de viento en dos niveles puede reemplazar a los monitores múltiples en las diversas estaciones de muestreo. El uso de esta alternativa debe contar con la aprobación previa de la DGH.

Cuando la DGH establezca que el monitoreo de la dirección del viento sea efectuado de manera intermitente, estas medidas pueden realizarse manualmente con ayuda de una brújula.

#### b) Selección de Analizadores.

La DGH no recomienda modelos específicos ni fabricantes de equipo para el monitoreo atmosférico. Sin embargo, el equipo e instrumental a ser usado debe cuando menos cumplir (o superar) los parámetros de rendimiento que se presentan en la Tabla N° 2. Asimismo, el uso de estos equipos está sujeto a la aprobación previa de la DGH, por escrito y para cada caso.

En la etapa de monitoreo continuo, el uso del método de  $\text{H}_2\text{S}$  no es aceptado por la DGH.

#### c) Diseño del Sistema de Muestreo.

El sistema debe diseñarse de modo que la colección de muestras sea representativa en términos de tiempo, ubicación y calidad. No debe haber filtraciones o goteras en el sistema. Las especificaciones óptimas para los componentes más importantes del sistema son las siguientes:

**Cánulas de Ingreso.** Si se localiza en la parte lateral de un edificio, entonces deben ser ubicadas en el lado del edificio donde sopla el viento (a barlovento). Se recomienda que la cánula de ingreso sea instalada a una distancia horizontal o vertical de 1 metro de la estructura que lo soporta, evitando áreas de suciedad y polvo.

Ninguna fuente de contaminantes de combustión tales como hornos, incineradores u otras fuentes menores debe existir en las inmediaciones. La distancia depende de la altura de los gases de combustión, tipo de residuos o combustible quemado, calidad del combustible y eficiencia de los procesos de combustión. Si la cánula de ingreso se sitúa en un techo u otra estructura, deben guardar una distancia de por lo menos 1 m de las paredes, parapetos, tejados, etc.

Los árboles ofrecen superficies para adsorción y reacción para algunos contaminantes como el SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>. Para minimizar el efecto de pantalla de los árboles sobre las concentraciones registradas, el muestreador debe ubicarse por lo menos a 20 m del agrupamiento de árboles. En situaciones en que los árboles causen obstrucciones (ejemplo: cuando la distancia entre los árboles y el muestreador sea menor al doble de la altura del árbol mayor), el muestreador debe ubicarse por lo menos a 10m del agrupamiento del árbol obstaculizador.

Distribuidor Múltiple de Muestras. Pese a no ser obligatorio es recomendable el uso de un distribuidor cuando se van a utilizar dos o más monitores en una misma estación. En el caso de un muestreador sin distribuidor, se usará un embudo invertido al ingreso del sistema de muestreo.

Si se usa un distribuidor, el tiempo de residencia de la muestra de aire en el instrumento no debe exceder los 20 segundos. El flujo en el distribuidor será al menos 3 veces la suma de los flujos totales requeridos por cada instrumento. Sin embargo, el flujo no debe ser tan alto como para que se produzca el efecto venturi, el cual afecta a la capacidad de respuesta y exactitud del analizador.

Línea de muestreo. Los materiales usados para la construcción de la toma, distribuidor y línea de muestreo deben ser inertes a los contaminantes a ser monitoreado. Los materiales aceptables para este propósito se muestran en la Tabla N° 3.

La línea de muestreo debe ser lo más corta posible: no debe exceder los 10 m. Pueden usarse cubiertas de calentamiento en caso de presentarse problemas de condensación. Las conexiones de las líneas de muestreo deben evitarse o restringirse al mínimo.

Las vías de ingreso (tomas) se insertarán en los ramales, continuando hacia el centro del distribuidor. El distribuidor como las líneas de muestreo deben ser limpiados periódicamente, de modo que se eviten acumulaciones visibles de polvo o suciedad. Para el efecto debe incorporarse una trampa selectiva de agua y partículas. Para el caso de instrumentos que requieren muestras filtradas, se usará un filtro de partículas compatible con las condiciones mencionadas.

#### d) Validez de los Datos

Puesto que la exactitud y precisión de los datos depende del instrumento usado; el rendimiento de éste debe ser verificado periódicamente por los operadores. Para el monitoreo continuo se recomienda las siguientes pruebas de funcionamiento y control:

Control de funcionamiento: A realizarse en cada visita a la estación de muestreo. Las pruebas incluyen observaciones de cualquier anomalía en el funcionamiento, como inestabilidad de la línea de base, fluctuaciones positivas o negativas de corriente; paradas, excesivo tiempo de respuesta, lectura incorrecta de los rotámetros, indicadores luminosos de alerta, falla en la bomba o de energía. Los operadores deben estar familiarizados con las especificaciones de funcionamiento del instrumental y estar en condiciones de tomar medidas correctivas apropiadas cuando el rendimiento no se ajuste a las especificaciones.

Pruebas de Control: En los sistemas de monitoreo continuo se debe efectuar un control diario a fin de comprobar rango del cero y de fluctuación de todos los instrumentos de monitoreo continuo. Para control del cero se utiliza gas de cilindro o aire purificado, para el control de la fluctuación se usan concentraciones conocidas del contaminante muestreado. Estas pruebas pueden ser

controladas mediante válvulas y cronómetros automatizados, los cuales indican la respuesta del instrumento y la variabilidad de las lecturas.

Las pruebas de fluctuación deben arrojar una respuesta estable dentro del rango de medición del instrumento. Los resultados ~~¡Error! No se encuentra la fuente de la referencia.~~ son inaceptables deben ser corregidos. El ciclo completo no debe tomar más de una hora. El inicio del ciclo debe coincidir con el inicio de una hora; es preferible que estas pruebas sean omitidas de ocurrir ~~¡Error! No se encuentra la fuente de la referencia.~~ durante ese lapso de tiempo.

En caso que la prueba de corrección del cero arroje un resultado que excede en  $\pm 10$  por ciento a la concentración de fluctuación (establecida previa calibración en diversos puntos), se efectuarán las correspondientes acciones correctivas sobre el instrumento, seguidas de las pruebas de calibración y amplificación de rigor.

#### e) Informe de Resultados

Toda la información de monitoreo será registrada con referencia a la hora local estándar. Las concentraciones de contaminantes serán registradas respetando la precisión establecida en la Tabla N°4. El procedimiento estándar completo incluye:

aproximación a la cifra siguiente cuando el último decimal es mayor o igual a 5, y

aproximación a la cifra inferior en caso que el valor sea menor o igual a 4.

Todos los registros deben ser conservados por un periodo de 24 meses y estar a disposición del MEM cuando lo solicite.

Cuando se utilizan sistemas electrónicos de almacenamiento de información, debe usarse una carta de registro como cuando lo solicite el MEM. En caso que los auditores ambientales del MEM ponen reparos a los sistemas de registro o al analizador, entonces quedan los medios alternativos registrados.

#### f) Calibración

Frecuencia de Calibración. Es necesario efectuar calibraciones múltiples por lo menos una vez al mes en cada monitor de la red que opera en forma continua. Estas calibraciones deben seguir las siguientes pautas:

ser efectuada dentro de los tres días posteriores a la puesta en operación y estabilización de un instrumento recién instalado, antes de desplazar o reubicar un instrumento que ha estado operando de acuerdo a las especificaciones cuando se ha efectuado una reparación mayor en el instrumento (por ejemplo, cambio de la bomba de muestreo, mantenimiento o reemplazo del tubo foto-multiplicador, limpiezas en las cámaras de reacción, etc).

Estándares e Instrumentos de Calibración. Todos los estándares o instrumentos usados para la calibración deben ser comparables con los estándares originales. Los estándares originales son de exactitud indiscutible, son certificados por la Oficina Nacional de Estándares de los Estados Unidos (NBS).

Los estándares de calibración se preparan con mezclas gaseosas contenidas en cilindros o en tubos permeables, siendo en ambos casos certificados por el fabricante y con las exigencias establecidas para nivel de detección por la NBS Standard Reference Materials (NBS-SRM). Los estándares de calibración preparados deben ser comparados con los de la NBS-SRM o sometidos a una verificación recíproca en caso que no se disponga de los primeros; a fin de asegurar la certificación y la estabilidad a largo plazo. Las atmósferas de prueba para diferentes monitores son generadas usando uno o más estándares de calibración identificados en la Tabla 5.

Procedimientos Generales de Calibración. La curva de calibración se obtiene con tres concentraciones

distintas de cero del gas y por la calibración en cero con un gas libre del contaminante (aire almacenado en cilindro u obtenido purificando aire de modo que no interfiera con las mediciones). Los puntos guías de calibración deben estar espaciados sobre y por debajo del valor límite máximo de contaminantes especificado por las regulaciones aplicables. Deberán estar espaciados aproximadamente a un 15, 30 y 60 por ciento del rango total para una calibración de tres puntos. El rango del instrumento empleado para la calibración debe ser igual al rango normal de operación. Los rangos de operación recomendables aparecen en la Tabla NO 6.

La desviación del rango recomendado no debe sobrepasar un factor de 0,5 a 1,5 la exactitud promedio debe ser del 1 por ciento o menor para toda la escala.

Los resultados de la calibración deben ser presentados en un gráfico en el que se aprecian las concentraciones leídas ( $C_i$ ) versus las calculadas ( $C_c$ ). La relación  $C_c/C_i$  para la concentración calibrada más alta es definida como el factor de corrección del instrumento. Proporciones similares para otros puntos de calibración con comparados con el factor de corrección a fin de comprobar la linealidad. La correlación final resulta de la regresión lineal de los mínimos cuadrados de  $C_i$  sobre  $C_c$ . Copias de las curvas de calibración deben ser conservadas y estar a disposición de la DGH para las estaciones de monitoreo correspondientes.

Los resultados de la calibración se grafican en cartas (o impresos digitales o representaciones gráficas en el caso de sistemas digitales) para comprobar la estabilidad y exactitud de las mediciones. Para los sistemas digitales, los datos característicos están basados en intervalos de 30 segundos. Se requieren 20 minutos de respuestas estable para cada punto. El tiempo máximo necesario para alcanzar una respuesta estable para el punto inicial no debe exceder de 20 minutos.

Durante la calibración, el instrumento usualmente se ajusta para obtener un factor de corrección lo más cercano posible a 1,0. Están exceptuados los instrumentos que requieren de ajustes. El analizador debe operar entre el  $\pm 15$  por ciento de las especificaciones del fabricante.

Los estándares de calibración se usan inyectándolos en contracorriente del filtro captador. A su vez, cualquier cambio de filtro se realiza antes de la calibración.

Si las calibraciones efectuadas por la empresa o sus consultores son consideradas inadecuadas se puede invalidar la información colectada desde la calibración previa a la actual. La DGH puede solicitar que se efectúen calibraciones y monitoreo adicionales. Una calibración puede ser desestimada debido al uso de procedimientos inapropiados: excesivos niveles de ruido, rangos excesivos y diferencias significativas en el factor de calibración o en la pendiente de las curvas de calibración, en comparación con calibraciones hechas en meses consecutivos anteriores a cualquier ajuste (por ejemplo, valores mayores al 15 por ciento).

Los calibradores con tubos permeables requieren temperaturas estables del sistema por un periodo no menor de 24 horas continuas antes de efectuar la calibración. Si los calibradores son desplazados a otro lugar, deben seguir funcionando durante el traslado o permitir que se estabilicen en su nueva ubicación durante un periodo necesario antes de realizar la calibración.

Calibración de los Monitores de  $SO_2$ . Los instrumentos para el monitoreo de  $SO_2$  son calibrados con tubos permeables o con "gases en botella" diluidos, susceptibles de comparación con estándares primarios.

Durante la calibración de instrumentos para  $SO_2$ , los puntos de calibración son seleccionados por encima y por debajo de  $300 \mu g/m^3$  (0,12 ppm) (estándar de calidad de aire para 24 horas) con puntos de calibración cercanos al 15, 30 y 60 por ciento del rango de la escala total para la calibración con tres puntos.

Calibración de los Monitores de  $H_2S$ . Igual que para el  $SO_2$ , se usan tubos permeables o "gases en botella" comparables con estándares primarios para su calibración.

Durante la calibración de instrumentos para H<sub>2</sub>S, el punto más bajo de calibración debe ubicarse por debajo de 30 µg/m<sup>3</sup> (0,022 ppm), mientras que el más alto deberá tener un valor de inferior a 140 µg/m<sup>3</sup> (0,100 ppm). En áreas donde el SO<sub>2</sub> está presente, la eficiencia del purificador de este gas debe comprobarse debido a la posible interferencia del SO<sub>2</sub> en la medición del H<sub>2</sub>S. Esto se hace mejor si ambos tubos permeables se encuentran en la misma cámara. El purificador se pone a prueba en la calibración. Toda respuesta a la presencia del SO<sub>2</sub>, es inaceptable, la operación debe reiniciarse.

Calibración de los monitores de NO/NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>. En el caso de los monitores de NO/NO<sub>x</sub> se utilizan gases embotellados, referenciados con estándares primarios. La calibración debe realizarse por lo menos una vez al mes. El método preferido de calibración para NO<sub>2</sub> es la titulación en fase gaseosa en vez del uso de tubos permeables aunque estos también son aceptables. Donde exista una fuente individual de NO<sub>2</sub>, se consideran tres puntos de apoyo junto con el cálculo de la eficiencia del convertidor; esta eficiencia no debe ser inferior al 85 por ciento. En la calibración de los instrumentos para NO/NO<sub>x</sub>, los puntos de calibración son seleccionados de modo tal que estos se encuentren por encima y por debajo de los niveles máximos permitidos por los estándares ambientales vigentes (por ejemplo, concentración promedio para el NO<sub>2</sub> en 24 horas = 200 µg/m<sup>3</sup> = 0,11 ppm).

También se recomienda que los puntos se ubiquen cerca al 15, 30 y 60 por ciento del rango total de la escala usada en el instrumento.

En áreas donde se presenta NH<sub>3</sub>, es necesario realizar pruebas de conversión del NH<sub>3</sub> a NO.

Calibración de monitores de O<sub>3</sub>. No existen al presente indicaciones adicionales para la calibración de analizadores de O<sub>3</sub>.

Calibración de los monitores de CO. Se aceptan calibraciones con sólo dos puntos, incluyendo el cero para los monitores de CO que utilizan gases en botella. Debe usarse un punto de calibración entre 11 000 a 23 000 µg/m<sup>3</sup> (10 a 20 ppm), para CO. Pueden realizarse calibraciones multipuntos diluyendo el gas de cilindro, en caso de requerirlo las autoridades del MEM.

Calibración de los monitores de hidrocarburos totales. También en el caso de estos monitores se aceptan calibraciones con sólo dos puntos, incluido el cero y usando gases embotellados. El metano presente en aire es usado como gas estándar. El rango del punto de calibración debe situarse entre 3 300 a 13 000 µg/m<sup>3</sup> (5 a 20 ppm) del hidrocarburo (expresado como metano equivalente). La calibración multipunto, en base a dilución de un cilindro estandarizado de gas, puede ser efectuada a solicitud del MEM.

Calibración de los monitores de viento. Los instrumentos de medición de viento deben ser retirados por lo menos una vez cada dos años a fin de efectuar inspecciones mecánicas, alineamiento electrónico y calibración. El registro de estos servicios deben guardarse para efectos de auditoría por parte de la DGH. Los datos de la última calibración son registrados en cada tablero mensual. Se puede utilizar hasta un diez por ciento del tiempo de operación al mes para calibración sin que se considere como paralización. Si los datos obtenidos fuesen cuestionables, la DGH puede solicitar una calibración completa con la ayuda del túnel de viento de acuerdo con la metodología estándar D4480-85 de ASTM.

Otros Monitores. Las empresas gestionarán la aprobación necesaria de la DGH para el uso de cualquier método o programa de garantía de calidad no detallado en este protocolo. Al momento de solicitar la aprobación de la DEM las empresas deben brindar a esta información sobre el programa de garantía de calidad; la cual debe contemplar los siguientes aspectos:

v método de calibración usado

v frecuencia de calibración

v verificaciones periódicas (por ejemplo, pruebas del cero y de fluctuaciones)

v programa permanente de mantenimiento (cronograma)

v registro de datos/almacenamiento de información.

#### g) Garantía de Calidad

Cada instrumento y su correspondiente sistema de registro de datos deberá estar operativo cuando menos el 90 por ciento de tiempo al mes. En aquellos casos en los que el monitoreo ambiental esté programado para periodos de tres meses o menos, también se requiere que el tiempo operacional de monitoreo y de funcionamiento de cada equipo no sea inferior al 90 por ciento. Si no se alcanza ese porcentaje, el monitoreo debe ser prolongado para compensar las interrupciones. El tiempo necesario para calibraciones (multipuntos internas y externas) no es considerado tiempo muerto.

En el caso de instalaciones de monitoreo que trabajen menos de doce meses al año, se debe informar por escrito a la DGH al menos dos semanas antes de comenzar cada período. Si las fechas propuestas cambiasen luego de dicha notificación, se deberá informar inmediatamente a la DGH.

Los cuadros de control y tablas resumen de la información registrada por cada analizador deben ser preparadas y revisadas periódicamente. El propósito de las revisiones es detectar errores y variaciones inexplicables que pudieran aparecer entre valores sucesivos correspondientes al monitoreo continuo. Si aparece algún error y su corrección es dudosa, la información cuestionada es retirada de la tabla y el tiempo de operación correspondiente se considera tiempo muerto. Cuando parte de la información se considere inválida, las razones y acciones correctivas, deberán ser registradas.

Cuando lo crea conveniente, la DGH podrá llevar a cabo auditorías de calibración en las estaciones de monitoreo. En caso que el resultado de la auditoría revele que determinado instrumento no debe ser empleado, se pondrán en práctica las modificaciones y/o acciones correctivas pertinentes.

#### 4. REFERENCIAS CITADAS

Munn, R.E. 1981. The Design of Air Quality Monitoring Networks. Macmillan Publishers LTd., Londres y Hong Kong.

Houghland, E.S. y N.T. Stephens, 1976. Air Pollutant Monitor Siting by Analytical Techniques. J. Air Pollution Control Association. Vol. 26, pp. 51-53.

Noll, K.E. 1978. Estimation Method for Determining the Number of Air Monitoring Stations to Measure Maximum Concentration Plume Model Validation. EPRI AE-917-SY. Anexo B, Ed. G.R. Hilst. Electric Power Research Institute, Palo Alto, California.

Noll, K.E. y T.L. Miller, 1976. Design of Air Monitoring Surveys Near Large Power Plants. Power Generation. Air Pollution Monitoring and Control. Ann Arbor Science Publishers. Ann Arbor, Michigan.

Noll, K.E., T.L. Miller, J.E. Norco y R.K. Raufer. 1971. An Objective Air Monitoring Site Election



Methodology for Large Point Sources. Atmospheric Environment. Vol. 11, pp. 1051-59.

Air  
Smith, D.G. y B.A. Egan. 1979. Design of Monitoring Networks to Meet Multiple Criteria. J. Pollution Control Association. Vol. 29. pp. 710-714.

Particulates  
Tierney, G.P. y W.D. Conner. 1967. Hygroscopic Effects on Weight Determinations of Collected on Glass-Fiber Filtre. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. No. 28, Vol. 363.

## 5. REFERENCIAS ADICIONALES

Ball, R.J. y G.E. Anderson. 1977. Optimum Site Exposure Criteria for SO<sub>2</sub> Monitoring. The Center for the Environment and Man, Inc., Hartford, CT. Preparado para la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Triangle Park, NC. Publicación EPA N° EPA-450/3-77-013.

Atmospheric  
Butcher, S.S. y R.E. Ruff, 1971. Effect of Inlet Residence Time on Analysis of Nitrogen Oxides and Ozone, Anal. Chem., 43:1980.

NTIS, p.  
Elfers, L.A. 1971. Field Operating Guide for Automated Air Monitoring Equipment. US. 202, 249.

Measurement.  
Hughes, E.E. 1975. Development of Standard Reference Material for Air Quality ISA Transactions, 14:281-291.

Agencia de  
Koch, R.C. y H.E. Rector. 1987. Optimum Network Design and Site Exposure Criteria for Particulate Matter, GEOMET Technologies, Inc., Rockville, MD. Preparado para la Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Triangle Park, NC. EPA, Contrato N° 68-02-3584. EPA 450/4-87-099.

EPA, N°  
Ludwig, F.L., J.H. Kealoha y E. Shelar. 1977. Selecting Sites for Monitoring Total Suspended Particulates. Stanford Research Institute, Menlo Park, CA. Preparado para la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Triangle Park, NC, Publicación EPA, N° EPA-450/3-77-018.

Stanford  
Ludwig, F.L. y J.H.S. Kealoha. 1975. Selecting Sites for Carbon Monoxide Monitoring. Research Institute, Menlo Park, NC. Preparado para la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Park, NC, Publicación EPA N° EPA-450/3-75-077.

Rationale for  
Pace T.G. 1978. Impact of Vehicle-related Particulates on TPS Concentrations and Siting Hi-Vols in the Vicinity of Roadways, OAQPS, Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Triangle Park, NC.

Ind.  
Robson, C.D. y K.E. Foster. 1962. Evaluation of Air Particulate Sampling Equipment. Am. Hyg. Assoc., J. n24, v404.

Slowik, A.A. y E.B. Sansone. 1974. Diffusion Losses of Sulphur Dioxide in Sampling Manifolds. J. Air Poll. Con. Assoc., 24:245.

Wechter, S.G. 1976. Preparation of Stable Pollutant Gas Standards Using Treated Aluminum Cylinders ASTM STP.598:40-54.

Wohlers, H.C., H. Newstein y D. Daunis. 1976. Carbon Monoxide and Sulphur Dioxide Adsorption On and Description From Glass, Plastic and Metal Tubings. J. Air Poll. Con Assoc., 17:753.

Yamada, V.M. y R.J. Charlson. 1969. Proper Sizing of the Sampling Inlet Line for a Continuous Air Monitoring Station. Environ. Sci. and Technol., 3:483.

U.S. EPA, 1989. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement System: Volumen I. Principles. Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory, Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Triangle Park, NC 27711. EPA 600/9-76-005.

U.S. EPA, 1989. Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems: Volumen IV. Meteorological Measurements. Atmospheric Research and Exposure Assessment Laboratory, Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE UU, Research Triangle Park, NC 27711. EPA 600/4-90-0003.

## Capítulo II. PRUEBAS MANUALES EN CHIMENEAS

### 1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

Las pruebas manuales en chimeneas se efectuarán de acuerdo a los métodos de referencia publicados por la Agencia EPA (Apéndice 4) u otro método especificado o aprobado por el MEM.

Si los muestreos en chimeneas no pudieran efectuarse de acuerdo a los requerimientos especificados por la EPA debido a las condiciones particulares de la planta, la DGH deberá ser informada con la debida anticipación.

### 2. NOTIFICACION DEL PLAN DE PRUEBAS EN CHIMENEA

La DGH tiene un programa de garantía de calidad para los muestreos en la fuente conducidos por la industria, este contempla la verificación parcial de las pruebas de chimenea realizadas.

Para establecer el cronograma de verificación de pruebas de emisión, se necesita una notificación escrita por lo menos con dos semanas de anticipación a cualquier prueba de chimenea, en ella se determinará el cumplimiento de las disposiciones referentes al permiso de operación. En caso de cambiarse la fecha después de la notificación, la DGH debe recibir aviso lo más pronto posible por teléfono u otro medio rápido.

### 3. ANALISIS DE METALES PESADOS

En las refinerías de petróleo se procederán a analizar por metales pesados las muestras representativas del crudo con el que se trabaja y de las partículas emitidas a la atmósfera, recogidas con la frecuencia requerida por la DGH.

Las muestras de materiales particulados serán obtenidas a sotavento, respecto a la ubicación de los equipos de control de contaminación. El método recomendado para los análisis es el 3050 EPA-USA (ejemplo: digestión ácida seguida de ICP-AES).

Los metales específicos a cuantificarse incluyen los siguientes:

v Arsénico (As),

v Mercurio (Hg),

v Cadmio (Cd),

v Cromo(+6) (Cr),

v Plomo (Pb),

v Selenio (Se).

Esta lista no es excluyente y puede considerar otros metales si la naturaleza de la materia prima o las operaciones petrolíferas lo justifican.

### 4. PREPARACION DE INFORMES

Los requisitos a este propósito se discuten en el punto c) de la sección 2 del Capítulo IV.

### **Capítulo III. MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES POR CHIMENEAS**

#### 1. Selección de instrumentos

Los sistemas de monitoreo continuo de emisiones (SMC) se operan y calibran en base a las recomendaciones de los fabricantes de instrumentos teniendo como referencia las guías de la EPA (Apéndice 4). Los problemas serios de operación y calibración serán revisados conjuntamente con el MEM.

De considerarlo conveniente, la DGH puede requerir que se lleven a cabo pruebas manuales de chimeneas para validar periódicamente la exactitud de los monitoreos continuos de emisiones.

#### 2. Manejo de Registros

Todo el sistema de monitoreo continuo de emisiones, sus cuadros de reporte, impresiones digitales o registros de computadora, debe ser guardado por un periodo mínimo de dos años, y estar a disposición de la DGH, cuando esta lo solicite.

## Capítulo IV. INFORMES

El propósito de esta sección es estandarizar el contenido y formato de los informes de monitoreo de aire.

### 1. Informes sobre PRESENCIA EXCESIVA de contaminantes

En caso que se produzca una cantidad excesiva de contaminantes, el titular de la planta o su representante notificará por escrito a la DGH dentro de las 72 horas de ocurrido el suceso. Esta información incluirá como mínimo lo siguiente:

Fecha y hora de emisión o descarga.

Duración de la emisión o descarga.

Composición de las emisiones o descargas haciendo referencia a:

la concentración,

la velocidad de emisión (cuando sea posible calcularla),y

la cantidad total en peso.

Una descripción detallada de las circunstancias que la motivaron.

Etapas o procedimientos que se deben seguir para prevenir emisiones o descargas similares.

Un compromiso para informar sobre los efectos dañinos producidos en el corto y largo plazo.

#### a) Chimeneas o fuentes de emisión

Los siguientes aspectos merecen considerarse al informar sobre excesos de escapes por chimeneas o por otras fuentes:

Las autorizaciones de funcionamiento otorgadas por el MEM para una planta pueden incluir equerimientos que limiten la velocidad de emisión o la concentración de contaminantes en el aire provenientes de cada chimenea así como restringir los puntos de descarga. El incumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización de funcionamiento se da cuando estas no han sido cumplidas. Toda incidencia de esta índole debe ser comunicada a la DGH por escrito, dentro de las 72 horas posteriores a los hechos.

Las emisiones diarias de los sistemas de monitoreo continuo de emisiones deben ser reportadas cada día calendario. Esto mantendrá consistencia con la información verbal cada 24 horas o escrita cada 72 horas, así como la información incluida en los reportes mensuales.

Cuando las temperaturas mínimas de emisión se especifican en la licencia de operación, no es necesario informar con respecto a aquellas temperaturas que sean inferiores a las permitidas, siempre y cuando estas variaciones sean menores a 15OC durante menos de 15 minutos continuos.

#### b) Emisiones Accidentales

Toda emisión accidental será reportada a la DGH dentro de las 24 horas de ocurrida, o aún antes, si los términos y condiciones de la licencia de operación establece la obligación de reportar en un plazo menor.

#### c) Incrementos en el Ambiente

Toda concentración de contaminantes en el aire ambiental que exceda los límites máximos permisibles establecidos será reportada a la DGH. De acuerdo a esto, deberán informarse los niveles de contaminación atmosférica cuando las concentraciones horarias (basadas en intervalos de una o varias horas), excedan los siguientes valores:

v 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,022 ppm) por H<sub>2</sub>S, y

v 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (31 ppm) para CO

Cuando las concentraciones promedio durante ocho horas excedan el siguiente nivel:

v 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 ppm) para CO, y

Cuando las concentraciones diarias promedio (basadas en estándares locales y días calendarios), excedan:

v 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,12 ppm) para SO<sub>2</sub>

v 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0,11 ppm) para NO<sub>x</sub>,

v 15 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (23 ppm) para HCT, y

v 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para partículas

## 2. INFORMES MENSUALES

Esta sección está referida a las plantas que tienen obligación de informar mensualmente de acuerdo a las condiciones de la licencia de operación otorgada.

Una copia resumen de los datos de monitoreo del aire debe ser enviada antes de fin del mes posterior al que se ejecutó la evaluación. Si hay demora en la presentación del informe, antes de la fecha límite deberán exponerse las razones de dicho retraso vía telefónica, carta, o telefax. Todos los datos presentados deberán ser certificados mediante la firma del ~~¡Error! No se encuentra la fuente de la referencia.~~, por parte de un funcionario debidamente autorizado de la Compañía. Si posteriormente, la Compañía detectara errores en los datos presentados, deberá identificarlos claramente y presentar una copia corregida a la DGH dentro de los catorce días siguientes.

A la información descrita se acompañará una carta que incluya:

Una explicación de los resultados obtenidos en los puntos de exposición que excedan las siguientes pautas proporcionadas por el MEM:

Índice de sulfatación : 0,50 mg SO<sub>3</sub> equivalente /día/100cm<sup>2</sup>

H<sub>2</sub>S : 0,10 mg SO<sub>3</sub> equivalente /día/100cm<sup>2</sup>

q Una explicación para cualquier nivel de exposición de hidrógeno sulfurado que exceda los niveles de sulfatación total en la misma estación.

q Una explicación, de la presencia de material particulado superior a 158 mg/100 cm<sup>2</sup>/30 días o 53 mg/100 cm<sup>2</sup>/30 días en áreas comerciales, industriales o residenciales, respectivamente.

Una explicación en caso que los resultados del muestreo de alto volumen exceda los 120 µg/m<sup>3</sup>/24 horas.

Una explicación en caso que los resultados del muestreo de alto volumen arrojen un incremento sustancial de los niveles usuales (por ejemplo, 50% más de lo usual).

Una discusión de los problemas observados cuando los equipos o instrumentos se encuentren operativos menos del 90% del tiempo previsto.

Una explicación de cualquier irregularidad en el monitoreo o en la información presentada.

Referencias a informaciones previas que hayan consignado datos sobre concentraciones en exceso o niveles mayores a los previstos y ocurridos durante el mes que se está informando.

#### a) Monitoreo Ambiental

Continuo. Los resultados de este tipo de monitoreo son presentados en el formato del Apéndice 3 o uno similar.

Cuando el monitoreo continuo del ambiente sea requisito de la autorización, deben incluirse los informes de calibración de cada instrumento. El informe de calibración debe consignar lo siguiente:

Identificación del instrumento calibrado, su ubicación y fecha de calibración.

Identificación del estándar de calibración usado.

Condiciones bajo las cuales se realizó la calibración.

Resultados de la calibración.

Cálculo del factor de corrección.

q Cambios en los factores de corrección respecto a la calibración previa (por ejemplo, comparación entre factor de corrección antes del ajuste de la amplitud de escala ->span»- y el de la última calibración).

Curva de calibración.

El registro de trazos o impresos numéricos para cada 30 segundos de calibración.

Identificación de la persona o empresa que efectuó la calibración.

Estático e intermitente. Los resultados se remiten al formato del Apéndice 3.

#### b) Muestreo en Chimeneas

Los resultados del monitoreo en chimeneas se darán a conocer a fin del mes siguiente a la ejecución del muestreo (por ejemplo, si las pruebas se realizan en mayo de 1998, los resultados estarán a disposición a fines de junio del mismo año). La información sobre estas pruebas puede ser remitido junto con el informe mensual o bien por separado.

A continuación se detalla el contenido específico y formato de reporte para muestreo en chimeneas

#### Requisitos Generales

Todos los informes deben ser legibles y detallados, tal como se establece en el formato específico.

Los informes deben contener toda la información solicitada.

En la primera página del reporte, el responsable debe incluir:

- v el ritmo de operación, durante la prueba.

- v el porcentaje de operación referido al ritmo autorizado durante la prueba.

- v los límites de emisión establecidos para cada contaminante en la Licencia de Operación.

- v la concordancia de los procesos con los límites de emisión establecidos en la Licencia de Operación.

- v los cuadros de monitoreo continuo de emisiones correspondientes a los períodos de seis horas

- inmediatamente antes y después del periodo de prueba de chimeneas (aplicable sólo a los equipados con instrumental automático).

#### Contenido y Formato del Informe

q Título de la Página. En el encabezado de la página se hará referencia al nombre de la estación, ubicación y fecha de las pruebas. Esta página también debe mostrar el nombre del autor del informe y del operador de la prueba.

q Resumen. Contendrá:

- v La identificación de la chimenea o chimeneas muestreadas en la prueba.

- v La identificación de los contaminantes colectados en la prueba.

- v Un resumen de resultados.

- v Razones de alguna omisión -si la hubiera-, respecto a algún resultado (por ejemplo, inconsistencia de

- algunos hallazgos, problemas con procedimientos analíticos, problemas con procedimientos de muestreo, etc.)



q Tabla de Contenidos. El informe de muestreo en la fuente debe incluir un índice.

q Métodos de Prueba. Esta sección contendrá una breve descripción de la metodología y equipos utilizados durante la toma y análisis de muestras. Asimismo debe explicarse en detalle cualquier cambio en el uso de los métodos referenciales.

Además, debe incluirse las fechas de las recientes calibraciones de los tubos pitot, de los medidores de flujo a gas seco o cualquier otro sistema utilizado. En el caso de chimeneas con monitoreo continuo, la fecha de las calibraciones más recientes de los equipos debe ser incluida.

q Resultados. La sección resultados debe contener:

v Una tabla que incluya las chimeneas en las que hayan efectuado pruebas, el número de la prueba, identificación del contaminante, su concentración expresada en kilogramos por miles de kilogramos del gas o partes por millón de los contaminantes gaseosos y las tasas de emisión de contaminantes expresados en kilogramo por hora o de acuerdo a las condiciones establecidas en la Licencia de Operación. Esta tabla también debe incluir la concentración promedio y la tasa de emisiones para cada contaminante.

v Las variaciones medias isocinéticas para cada prueba por partículas deben ser presentadas en una tabla

v Una tabla que muestre la distribución en peso de las partículas, basada en porcentajes de partículas capturadas en la primera mitad y la mitad posterior del tren de muestreo.

v Para chimeneas equipadas con equipos para monitoreo continuo (excepto para monitores de opacidad), se incluya una tabla con la siguiente información:

w Chimeneas muestreadas, número de prueba y fecha.

w Identificación del (o los) contaminantes.

w Concentración del contaminante en los flujos de emisión y su flujo másico determinado mediante la prueba en chimenea.

w Las lecturas correspondientes al monitoreo continuo para el período comprendido en la prueba.

w Porcentaje de desviación para la prueba en chimeneas.

w Cualquier problema advertido con el monitoreo continuo y una explicación posible en caso que las diferencias entre las pruebas y los resultados del monitoreo fuesen significativas (por ejemplo, mayores al 10 por ciento).

q Discusión. Abarca la discusión de los posibles problemas:

v Con los equipos de muestreo

v Durante el análisis de muestras

v Inadecuadas instalaciones de muestreo.

v En el muestreo, asociados a operaciones de planta (por ejemplo, cambios en el ritmo de los procesos, en los parámetros de operación de la planta, etc).

q Apéndices. El informe computarizado o equivalente, debe incluir un apéndice para cada prueba, conteniendo los siguientes datos:

- v Presión barométrica en mm de Hg.
- v Presión estática de la chimenea en mm de Hg.
- v Temperatura promedio de la chimenea en grados Celsius.
- v Presión promedio del orificio de prueba en mm de H<sub>2</sub>O o equivalente.
- v Factor de corrección calibración del tubo Pitot.
- v Diámetro de la chimenea en metros.
- v Volumen gases de combustión, muestreado en las condiciones de medición expresado en metros cúbicos.
- v Volumen (ml) o peso (g) de los condensados captados.
- v Velocidad promedio del gas de combustión en m/s.
- v Flujo expresado en m<sup>3</sup>/s en las condiciones referenciales de 25 °C y 101,325 kPa.

El apéndice también debe incluir el perfil de velocidades de las secciones transversales, el original o fotocopia legible de los datos sin procesar, a no ser que exista un acuerdo previo con la DGH que los exima, y todos aquellos cálculos usados en la prueba que no estén mencionados en los métodos (por ejemplo, cálculo de exceso de masas de aire, cálculos de concentración en relación a masas emitidas). Para las chimeneas equipadas con monitores de emisión continuos, el apéndice debe incluir:

- v El original o fotocopia legible de la carta registro del monitor de emisión continua por todo el tiempo que abarcó la prueba, así como para un período de seis horas antes y después de la prueba en chimenea.
- v La fecha más reciente de calibración del equipo de muestreo continuo.
- v El método usado.

#### c) Resultados del Monitoreo Continuo de Emisiones.

Los resultados del monitoreo continuo colectados durante un mes serán presentados en el formato del Apéndice 2 (o el aprobado por la DGH).

#### d) Informes sobre Producción

Los datos sobre producción serán presentados al MEM en el formato respectivo del Apéndice 2, tabulados como ¡Error! No se encuentra la fuente de la referencia., de carácter confidencial. Este informe debe ser separado del informe principal.

### 3. Informes Anuales

Aplicable a todas a las plantas en cuya Licencia de Operación se establece la obligación de presentar un informe anual. Este debe ser presentado a más tardar el 15 de marzo del año

siguiente al informado, a no ser que existan razones válidas previamente aceptadas por el MEM. El informe anual debe coincidir con el año calendario.

La información anual deberá ser usada para conocer las tendencias a largo plazo. Los resúmenes y/o las evaluaciones anuales deberán incluirse en las secciones siguientes.

a) Evaluación del Aire Ambiental.

El informe anual contendrá un resumen del número de horas en las cuales las lecturas de las concentraciones de SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub> y CO, excedieron lo establecido en los Niveles Máximos Permisibles o días por mes y para cada estación de monitoreo. Debe consignar las principales razones y medidas de mitigación para estas lecturas de exceso. Estos datos deben además compararse con los obtenidos cinco años antes, año a año. El reporte debe contener tablas mensuales de distribución de frecuencia que se detalla a continuación.

q Concentraciones promedio de SO<sub>2</sub> y su distribución de frecuencias mensuales para los siguientes

rangos de concentración en ppm: 0 a 0,02; 0,03 a 0,06; 0,07 a 0,11; 0,12 a 0,17; 0,18 a 0,34 y mayores a 0,34, en sus equivalentes en µg/m<sup>3</sup>: de 0 a 50, 51 a 150, 151 a 275, 276 a 425, 426 a 850 y mayores a 850.

q Concentraciones promedio de H<sub>2</sub>S y su distribución de frecuencias para los siguientes rangos de

concentración expresados en ppb : 0 a 3; 4 a 10; 11 a 50, y a más de 50; o en sus equivalentes expresados en µg/m<sup>3</sup>: de 0 a 4, 5 a 15, 16 a 70 y mayores a 70.

q Concentraciones promedio de NO<sub>2</sub> y su distribución de frecuencias para rangos de concentraciones

expresados en ppm de: 0 a 0,05; 0,06 a 0,11; 0,12 a 0,21 y mayores de 0,21; o expresados en µg/m<sup>3</sup>: de 0 a 100, 101 a 200, 201 a 400 y mayores a 400.

Son también aceptables las cartas logarítmicas de probabilidad como formas de caracterizar la distribución de frecuencias mensuales y anuales.

Las tablas de distribución de frecuencias para velocidades y dirección horarias de viento serán graficadas en base a datos anuales para cada estación, en base a lo establecido en el ejemplo del Apéndice .3.

La revisión del valor de los índices de sulfatación y de H<sub>2</sub>S debe incluir en tablas mensuales y anuales con valores promediados para cada estación, también una evaluación de sus tendencias y el número de veces que excedieron a los valores establecidos. En base a los resultados anuales en redes de 8 o más estaciones se graficarán los isoplejos o isolíneas (líneas que unen valores iguales), tanto para los índices de sulfatación como para los de H<sub>2</sub>S. En casos en que la lectura de estas medidas no exceda de 0,05 ó 0,01 mg SO<sub>3</sub> equivalente /día/100 cm<sup>2</sup> para los índices de sulfatación y para el H<sub>2</sub>S respectivamente, no será necesario trazar isolíneas.

En caso de que las redes de monitoreo estén interconectadas, se recomienda que los resultados incluyan todos los datos concernientes.

La revisión de resultados del muestreo con muestreadores Hi-Vol incluyen las tendencias, los promedios

geométricos anuales y el número de veces que se excedió los 120 µg/m<sup>3</sup> considerado valor promedio guía. Deberá incluirse en el informe, un resumen de las expansiones y/o modificaciones en las operaciones industriales que influyan en las emisiones evaluadas.

## b) Emisiones de Chimeneas y Evaluación de Fuentes

El informe anual resume los resultados de las pruebas manuales de chimenea efectuadas durante el año. Los problemas operacionales identificados al detectar emisiones de alta concentración y las respectivas rectificaciones en los periodos de muestreo deben ser consignados y discutidos.

Se resumen asimismo las lecturas de valores en exceso durante las pruebas manuales o en el monitoreo continuo de chimeneas; o en el balance de materiales, con las explicaciones apropiadas de causa y acciones de mitigación adoptadas. Se da un ejemplo en el Apéndice 3.

También serán resumidos el número de ocurrencias y duración de las emisiones accidentales (fugas) acompañados de un balance de masas de SO<sub>2</sub> o H<sub>2</sub>S y la emisión total expresada como SO<sub>2</sub>.

## c) Inventario de Emisiones

Es necesario que cada planta desarrolle un inventario anual detallado de sus emisiones de H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> cuyos resultados serán enviados al MEM anualmente, como parte de su informe anual. Los resultados del monitoreo de calidad del aire serán usados para corroborar la calidad del inventario de emisiones. Aunque no existe una relación matemática perfecta entre el inventario de emisiones y las mediciones del aire ambiental, puede efectuarse una evaluación cuantitativa en términos de la distribución relativa de los diversos componentes del aire ambiental a fin de establecer la precisión del inventario. La importancia de tomar datos de la calidad del aire ambiental para verificar la validez de emisiones estimadas ha sido demostrado en base a estudios comparativos que incluyen métodos predictivos y datos recogidos.

El objetivo de inventariar cada contaminante es establecer por separado su origen o fuente de emisión (autorizada o no), así como para obtener información sobre la planta en su conjunto. El método usado para calcular las emisiones debe estar incluido el inventario, por ejemplo, monitoreo continuo de emisiones, pruebas de chimenea, balance de materiales, simulación de procesos, modelo de fuentes de emisión, factores de emisión, etc.. El inventario debe incluir las emisiones de los puntos de descarga más importantes. Los puntos importantes están referidos a todas las fuentes que liberan H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub> o NO<sub>x</sub> en cantidades mayores a 10 toneladas por año; sin incluir escapes fugitivos en el equipo. Los tanques de almacenamiento, carga y descarga de gases ácidos de los deshidratadores de glicol y respiradores del proceso son fuentes potencialmente significantes de emisiones de H<sub>2</sub>S. El origen del SO<sub>2</sub> puede atribuirse al uso de crudos ácidos y a la incineración de gases residuales. Las emisiones de NO<sub>x</sub> provienen esencialmente los procesos de combustión.

Si se van a utilizar factores de emisión, se recomienda el uso de la serie de factores AP-42 de la US-EPA (1985, 1986, 1988, 1990, 1991). El AP-42 es un informe de dos volúmenes en el que se presenta un compendio de criterios para factores de emisión para contaminantes atmosféricos y la descripción de procesos para las actividades generadoras de emisiones. Se puede adquirir a través de:

Government Printing Office (GPO)

Washington, DC

20402-9325

Teléfono : (202)783-3238

Una fuente adicional de información actualizada sobre inventarios de emisiones al aire y factores de emisión es el servicio computarizado de información a distancia (BBS) del Centro de Información sobre Inventarios y Factores de Emisión (Clearinghouse for Inventories and Emission Factors -CHIEF) de la U.S. EPA. Varios de los sistemas de modelación de fuentes de emisión de la U.S. EPA, todos los volúmenes sobre fuentes estacionarias, las partes de la

última revisión vigente de la AP-42 e información adicional de utilidad puede conseguirse por este medio. Es posible acceder al CHIEF BBS usando una computadora personal, un modem y un paquete de comunicaciones capaz de lograr una comunicación a 300, 1200 o 9600 baudios. Se accede a través de la red de transferencia de tecnología (TTN) OAQPS, la cual está a disposición de todos los interesados en la estimación de emisiones en el aire. Para obtener informes sobre el registro en el CHIEF, contactar Info Line en el (919)541-5285. Los números para acceder al CHIEF son: (919)541-5742 (para 300, 1200 ó 2400 baudios) y (919)541-1447 (para 9600 baudios).

#### 4. Referencias Citadas

U.S. EPA. 1985. Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Cuarta Edición. AP-42 U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC.

I: U.S. EPA. 1986. Supplement A to Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Cuarta Edición. AP-42 U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC.

I: U.S. EPA. 1988. Supplement B to Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Cuarta Edición. AP-42 U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC.

Volumen I: U.S. EPA. 1990. Supplement C to Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Cuarta Edición. AP-42 U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC.

Volumen I: U.S. EPA. 1991. Supplement D to Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volumen I: Stationary Point and Area Sources. Cuarta Edición. AP-42 U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC.

#### 5. Referencias Adicionales

American Petroleum Institute 1991. Manual of Petroleum Measurement Standards, Capítulo 19: Evaporation Loss Measurement, Sección 1 - Evaporation Loss from Internal Floating-Roof Tanks. Washington, DC. 2da. Edición. Orden No. 852-30550. pp 39.

American Petroleum Institute 1989. Evaporation Loss from Internal Floating-Roof Tanks. Washington, DC. Orden No. 852-25170. pp 63.

American Petroleum Institute 1983. Evaporation Loss from Internal Floating-Roof Tanks. Washington, DC. Orden No. 852-25190. pp 30.

NC. Baker R. 1992. User's Guide to Tanks 1.0, Storage Tank Emissions Calculation Software. Preparado por Midwest Research Institute para la U.S. EPA. Research Triangle Park, NC. Informe No. EPA-450/B-92-012.

McCrillis, R.C. 1988. Flares as a Means of Destroying Volatile and Toxic Compounds. Preparado por la U.S. EPA. Disponible a través de la NTIS. Springfield, VA. Informe No. PB88-214937/AS. pp.27.

Gas  
Pohl, J.H. y N.R. Soelberg. 1987. Evaluation of the Efficiency of Industrial Flares: H2S  
Mixtures and Pilot Assisted Flares. Preparado por Energy and Environmental Research  
Corp. para la U.S. EPA. Disponible a través de la NTIS. Springfield, VA. PB87-102372/XAD pp.  
105.

U.S. EPA. 1981. Procedures For Emission Inventory Preparation, Volumen II: Emission  
Inventory Fundamentals. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park,  
NC. Informe No. EPA-450/4-81-026a.

U.S. EPA. 1981. Procedures For Emission Inventory Preparation, Volumen II: Point  
Sources.

U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC. Informe No.  
EPA-450/4-81-026b.

U.S. EPA. 1981. Procedures For Emission Inventory Preparation, Volumen III: Area  
Sources.

U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC. Informe No.  
EPA-450/4-81-026c.

U.S. EPA. 1992. AIRS Facility Subsystem Source Classification Codes (SCCs) And  
Emission

Factor Listing For Criteria Pollutants. U.S. Environmental Protection Agency. Research  
Triangle Park, NC. Informe No. EPA-450/4-90-003

U.S. EPA. 1988. Locating and Estimating Air Toxics From Organic Liquid Storage Tanks.  
U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC. Informe No.  
EPA-450/4-88-004.

U.S. EPA. 1989. Locating and Estimating Air Toxics From Coal and Oil Combustion  
Source.

U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC. Informe No.  
EPA-450/4-89-001.

## Capítulo V. DEFINICIONES

### 1. Parámetros Ambientales

q Aire Ambiental - La porción de la atmósfera externa a cualquier construcción a la que tiene acceso el público en general.

CO - Monóxido de carbono.

q Condiciones de Referencia - Todas las determinaciones de la calidad del aire son corregidas con referencia a una temperatura de 25°C y a una presión de 101,325 kPa. Todas las determinaciones de contaminantes atmosféricos efluentes gaseosos están referidas al aire seco (sin humedad) y se corrigen a 25°C, 101.325 kPa y 11 % de oxígeno.

La corrección al 11 % de oxígeno se calcula así:

$$C(11\% O_2) = C(\text{medido}) \times \frac{20,9\% - 11\%}{20,9\% - \% O_2(\text{medido})}$$

20,9% - % O<sub>2</sub>(medido)

donde C denota la concentración del contaminante evaluado.

q COV - Compuestos orgánicos volátiles.

Chimenea - Es en general un tubo, conducto, construcción clásica de mampostería o cualquier otro sistema mecánico utilizado para descargar contaminantes a la atmósfera, en el cual deben efectuarse las mediciones y monitoreos dispuestos por la DGH. Esto debe incluir, entre otros, chimeneas de descarga de unidades de combustión estacionarias y los ductos usados para aerear o despresurizar gases o descargar residuos gaseosos.

NO<sub>2</sub> - Dióxido de nitrógeno.

NO - Óxido de nitrógeno

NO<sub>x</sub> - Óxidos de nitrógeno y se define como la suma de las concentraciones de NO<sub>2</sub> y NO.

O<sub>3</sub> - Ozono.

SO<sub>2</sub> - Anhídrido sulfuroso.

HCT - Hidrocarburos Totales.

### 2. GARANTIA DE CALIDAD

Auditoría de Sistema - Es una revisión sistemática cualitativa in situ de las instalaciones, equipo, sistemas de entrenamiento, procedimientos, mantenimiento de registros, convalidación y administración de datos así como aspectos relacionados con la preparación de informes referidos a la garantía de calidad (GC): (a) para establecer una capacidad de medición y generación de datos de la calidad necesaria y/o (b) determinar el grado de cumplimiento del sistema GC operativo comparado con lo previsto en el Plan de Garantía de Calidad, previamente aprobado.

Convalidación de Datos - Es el esfuerzo sistemático de revisar los datos para identificar cualquier divergencia o error y eliminar o reducir los valores dudosos que garanticen al usuario la validez de la información registrada. Este proceso de selección puede realizarse en forma manual o computarizada utilizando técnicas apropiadas tales como límites de

concentración de contaminantes o relaciones de parámetros para excluir los valores imposibles o improbables.

Cuadro de Control Estadístico (conocido también como Gráfico de Control Visual) - Es un gráfico con límites de control estadístico y valores diagramados -generalmente, en orden cronológico- de algunos de los parámetros determinados para una serie de muestras. Los gráficos son representaciones visuales de los datos numéricos cuyos desniveles permiten una identificación temprana de la configuración y tendencias de los fenómenos representados. Se les aprovecha el máximo si es que son confeccionados de manera oportuna, es decir, tan pronto como se disponga de los datos.

Estaciones de Monitoreo Compensada - Son las que se habilitan para efectuar compensaciones cuando en la práctica no puede cumplirse alguna condición de las estaciones de muestreo estandarizadas.

Garantía de Calidad - Es el sistema que integra los esfuerzos de varios grupos de trabajo de una organización para el planeamiento, evaluación y mejora de la calidad, con el fin de que las operaciones satisfagan las necesidades del usuario en términos económicos. En los sistemas de medición de contaminantes del aire, la garantía de calidad comprende a todas las actividades que tengan un efecto importante sobre la calidad de estas mediciones, así como el establecimiento de métodos y técnicas para determinar esa calidad. Los usuarios más exigentes distinguen entre garantía de calidad y control de calidad, siendo este último el que no se encuentra la fuente de la referencia. y la garantía de calidad el que sí encuentra la fuente de la referencia..

Muestra - Es un subconjunto o grupo de objetos o elementos seleccionados de un conjunto mayor, denominado muestra. No se encuentra la fuente de la referencia. o muestra. No se encuentra la fuente de la referencia..

Los objetos o elementos pueden ser físicos, tales como especímenes a ser ensayados o valores numéricos que corresponden a muestras físicas. Salvo indicación en contrario, se asume que todas las muestras serán seleccionadas en forma aleatoria. Por lo general, la información obtenida de las muestras se utiliza para obtener información o hacer una inferencia sobre el conjunto mayor. Por lo general, se examinan algunas muestras, no el universo de muestras por razones de economía -el universo de muestras bajo análisis es por lo general grande o imposible de evaluar. Cuando se efectúan ensayos, destructivos, el muestreo es obligatorio, de lo contrario el universo de muestras podría agotarse. En muchas situaciones, el universo es infinito por definición, por lo que, es imposible de medir o verificar.

Muestras Aleatorias - Son las obtenidas de tal forma que todos los elementos o partes integrantes del lote o universo tienen la misma probabilidad de ser seleccionados en la muestra. En el monitoreo de la contaminación del aire, el universo es generalmente definido en períodos definidos en base a la frecuencia de las mediciones. Para el caso de monitoreo continuo, el universo normalmente se considera todas las 24 horas de los 365 ó 366 días calendario por año. En el caso de monitores continuos, con frecuencia se considera que la población está constituida por la totalidad de los valores promedio horarios o los que pudieron obtenerse durante un período de tiempo en particular, usualmente un año calendario. Tanto para monitores de 24 horas como para monitoreo continuo una lectura de contaminación del aire en un lugar determinado puede considerarse como muestra representativa de un universo conceptualmente infinito de valores que pudieron haber sido obtenidos en base a todas las combinaciones posibles de equipos, materiales, personal y condiciones existentes en ese lugar y en ese instante.

Muestra Estratificada (Muestra Aleatoria Estratificada) - Es aquella conformada por varias fracciones que se han obtenido de subpartes o subcategorías identificadas (estratos) del lote o la población. Las muestras de cada categoría o estrato son tomadas en forma aleatoria. El objetivo de usar muestras estratificadas es obtener una muestra más representativa que la que podría haberse obtenido usando un muestreo totalmente aleatorio. La idea de identificar las subcategorías o estratos se basa en el conocimiento, suposición o acción preventiva ante diferencias existentes entre los estratos en relación a las



"características de interés. La identificación de los estratos se basa en el conocimiento de la estructura de la población en la cual se presume la existencia de diferentes relaciones con las características de la población en estudio. En los sondeos o encuestas de opinión, se utiliza el muestreo estratificado para garantizar la representación proporcional de los diversos estratos por ejemplo, ubicación geográfica, rango de edades, sexo, etc.. En el monitoreo del aire se usa muestreo estratificado para asegurar la representación de diferentes áreas geográficas, diferentes días de la semana, etc.

Muestra Representativa - Es aquella muestra que representa un lote o una población de la manera más precisa y apropiada posible. Una muestra representativa puede ser una muestra aleatoria o una muestra estratificada según el objetivo del muestreo y el universo conceptual de muestreo para una situación dada.

### 3. ESTADISTICA

Confiabilidad General - Es la capacidad de un elemento o sistema para realizar con certeza una función requerida bajo condiciones establecidas para un período de tiempo definido.

Confiabilidad Específica - Es la probabilidad de que un elemento cumpla una función requerida bajo condiciones establecidas en un período de tiempo determinado.

Disponibilidad - Es la fracción o proporción de tiempo en el cual un elemento funciona en forma satisfactoria (en términos de confiabilidad), con relación al tiempo total del funcionamiento requerido teniendo en consideración su confiabilidad y capacidad de mantenimiento, o el porcentaje de  $\int$ Error! No se encuentra la fuente de la referencia. del elemento o pieza de equipo, frente a su porcentaje de  $\int$ Error! No se encuentra la fuente de la referencia. o inoperativo.

Error - Es la diferencia entre el valor medido u observado y la mejor estimación del valor verdadero.

Error Aleatorio - Son variaciones de mediciones repetidas de naturaleza aleatoria e impredecibles en forma individual. Se asume que las causas del error aleatorio son indeterminadas o no precisables. Por lo general, se acepta que la distribución de los errores aleatorios sigue la ley normal (Gaussiano).

Error Relativo - Es aquel expresado como porcentaje del valor real o valor referencial aceptado. Todas las estimaciones de precisión o exactitud deben indicar claramente si están expresados en sentido absoluto o relativo; esto se complica cuando el valor absoluto es en sí mismo un porcentaje como es el caso de muchos análisis químicos.

Error Sistemático - Es una desviación persistente de los resultados obtenidos a partir de un proceso de mediciones, con respecto a un nivel referencial o conocido. La causa que originó la desviación o sesgo puede ser conocida o desconocida, pero se le considera  $\int$ Error! No se encuentra la fuente de la referencia.. Presizable significa que si la causa es desconocida podría ser posible identificarla. Véase Desviaciones.

Totalidad - Es la cantidad de datos válidos obtenidos por un sistema dado de mediciones en comparación con la cantidad que se esperaba obtener en condiciones normales correctas de operación. Por lo general, se expresa en porcentajes.

Valor límite - Es un valor extremo cuya pertenencia al grupo de valores con los cuales está asociado es cuestionable. Si la probabilidad de ser un miembro válido del grupo es baja, el valor cuestionable es  $\int$ Error! No se encuentra la fuente de la referencia. y eliminado del grupo después de un examen riguroso de los datos.

#### 4. VARIABILIDAD DE LA PRUEBA

Exactitud - Es el grado convenido de una medición  $X$ , con un valor referencial o real aceptado  $T$ , usualmente expresado como la diferencia entre los dos valores  $X - T$ , o la diferencia como porcentaje del valor referencial o real  $100 (X-T)/T$  y algunas veces expresado como relación  $X/T$ .

Sesgo - Son errores sistemáticos consistentes en el resultado de las pruebas. Puede existir un sesgo o tendencia entre los resultados de las pruebas y el valor real -desviación absoluta o falta de precisión- o entre los resultados de las distintas fuentes -desviación o sesgo relativo-. Por ejemplo, si distintos laboratorios analizan una muestra estándar homogénea y estable, las desviaciones relativas entre los laboratorios se determinarán por las diferencias existentes entre los resultados obtenidos por los distintos laboratorios. Sin embargo, si se conoce el valor real de la muestra ciega, cada laboratorio estaría en condiciones de establecer la desviación absoluta o la falta de exactitud respecto al valor real. Véase Error Sistemático.

Precisión - Es la variación sobre el valor medio de las diversas mediciones de la misma concentración de contaminantes, expresada como desviación estándar del valor de la media.

#### 5. PRUEBAS O MEDICIONES

Calibración - Establecimiento de una relación entre los diversos patrones de calibración y las mediciones obtenidas a través del sistema de medición o partes de la misma. Los niveles de los patrones de calibración deben incluir los niveles dentro de los cuales se van a realizar las mediciones.

Calibración Dinámica - Calibración de un sistema de medición mediante el uso de un equipo de calibración de características similares a aquel que se va a evaluar. Por ejemplo, la utilización de un gas que contenga anhídrido sulfuroso de concentraciones conocidas en una mezcla de aire podría ser utilizado para calibrar un sistema surtidor de anhídrido sulfuroso.

Calibración Estática - Consiste en la generación artificial de una curva obtenida con ayuda de un instrumento o método que utiliza un dispositivo mecánico, óptico, eléctrico o químico apropiado. Por lo general, la calibración estática sólo verifica una parte del sistema de medición. Por ejemplo, una solución que contenga una cantidad conocida del compuesto sulfito simularía ser una solución absorbente a la cual se ha burbujeado un gas que contiene una cantidad conocida de anhídrido sulfuroso. El uso de la solución verificaría la parte analítica del método de la pararosanilina, pero no verificaría la parte del muestreo, ni el sistema de control de flujos del sistema burbujeador.

Calibración de Puntos Múltiples - Es una medida de la respuesta de un instrumento frente a diferentes concentraciones de muestras estándar. Es una prueba indispensable para establecer el rendimiento del instrumento. Los tres métodos de calibración más usados para monitores continuos de aire son:

v Dilución en base a gases estandarizados, almacenados en cilindros.

v Dilución en base a tubos permeables calibrados.

v Titulación en fase gaseosa.

Desviación del Cero - El cambio en respuesta a una concentración nula de contaminantes en períodos de 12 y 24 horas, de operación continua no regulada.

Estándar Primario - Aquel material que tiene una propiedad conocida estable, la cual, por lo general, puede determinarse o reconocerse a partir de constantes físicas o químicas establecidas, la cual son fácilmente reproducibles.

Estándar Secundario - Aquel material con una propiedad para cuyo uso requiere calibrarse contra un estándar primario.

Estándares el Uso - Son aquellos estándares utilizados para cuantificar la relación entre la respuesta de un sensor y la propiedad a ser medida. Los estándares de calibración deben compararse con los Materiales Referenciales Estándar (MRE), con Materiales Referenciales Certificados (MRC) o con un estándar primario.

Estandarización - El ajuste o corrección física o matemática de un sistema de medición a fin de lograr que las lecturas se adecúen a valores predeterminados. Los ajustes o correcciones se basan, por lo general, en el nivel de calibración de un solo punto.

Desviación de Amplitud - El cambio porcentual en respuesta a una concentración del contaminante superior a la escala durante un período mayor de 24 horas de operación continua no regulada.

Material Referencial Certificado (MRC), Gases de Cilindro - Gases preparados por sus proveedores en cantidades, por lo menos de 10 cilindros, los cuales: (4) tienen concentraciones promedio dentro del 1% del material referencial estándar (MRE) disponible y se seleccionan 2 cilindros en forma aleatoria para ser verificados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos o el MEM.

Material Referencial Estándar (MRE) - Material producido en cantidad, algunas de cuyas propiedades han sido certificadas por la Oficina Nacional de Normas (National Bureau of Standards - NBS) u otras entidades reconocidas, en la medida posible para satisfacer el uso que pretende dársele. El producto debe estar en una matriz similar a las muestras reales a ser ensayadas usando un sistema de medición o en forma directa en la preparación de dicha matriz. Los usos posibles incluyen la estandarización de soluciones, la calibración del equipo y la determinación de la exactitud y precisión de los sistemas de medida.

Medición de 24 Horas - Es la integral de las concentraciones instantáneas durante un lapso de 24 horas continuas, dividida por un período de tiempo. Esta integración puede realizarse con cualquier dispositivo apropiado, ya sea químico, electrónico, mecánico o calculando la media de las mediciones secuenciales horarias durante 24 horas.

Mediciones de 1 Hora - Es el integral de la concentración instantánea durante un lapso de continuo de 60 minutos. La integración de la concentración instantánea puede efectuarse por un medio apropiado, ya sea químico, electrónico, mecánico, inspección visual o calculando la media de no menos de 12 lecturas instantáneas obtenidas a intervalos regulares. Se asumirán las tolerancias o correcciones apropiadas, considerando las características de los dispositivos de integración, del método propuesto así como los diferenciales de tiempo; es decir, si hay retraso, adelanto o desintegración del testigo frente al método de referencia. Es necesaria la información detallada de los dispositivos de integración y de cualquier otra corrección.

Mediciones Continuas - En los sistemas digitales, ~~¡Error! No se encuentra la fuente de la referencia.~~ significa que los valores de concentración se determinan y registran por lo menos una vez cada 30 segundos.

Método - Método de muestreo y análisis del aire ambiental o del efluente de una fuente de emisión de contaminantes atmosféricos.

Método Automatizado o Analizador - Método para determinar las concentraciones de un contaminante del aire ambiental en el cual la recolección, el análisis y las lecturas para cada muestra se realizan automáticamente.

Método Equivalente - Método de muestreo y análisis de muestras de aire ambiental para un contaminante del aire, el mismo que ha sido catalogado como método equivalente por la Agencia de Protección del Medio Ambiente o el MEM.

Método Manual - Método utilizado para determinar las concentraciones de un contaminante en el aire o en un flujo gaseoso en el cual la recolección, el análisis y las lecturas de las muestras o una combinación de estos procesos, se realizan manualmente.

Método Referencial - Método de muestreo y análisis de muestras de aire ambiental para un contaminante atmosférico, el mismo que ha sido catalogado como método referencial por la Agencia de Protección del Medio Ambiente o por el MEM.

Muestra Referencial Estándar (MURE) - Material cuidadosamente preparado a partir de un MRE o

comparable con éste (o algún otro material igualmente bien caracterizado), de modo que la pérdida de exactitud sea mínima. La muestra debe tener una matriz similar a las muestras reales utilizadas en el sistema de medida.

Estas muestras serán usadas como estándares primario de referencia: (1) para determinar la precisión y exactitud de los sistemas de medida, (2) para evaluar los estándares de calibración y (3) para evaluar las muestras referenciales de control de calidad. Pueden ser utilizadas

o como componentes de un sistema de calibración o de medidas de control de calidad.

O Ejemplos: El tubo permeable certificado por NBS para dióxido de azufre es un MRE. Al utilizarse junto con un dispositivo de dilución de aire, el gas resultante se convierte en MRE. Un gas de óxido nítrico certificado por la Oficina Nacional de Normas constituye un MRE. Cuando se diluye con aire, el gas resultante es un MURE.

Nivel Mínimo Detectable (Límite de Detección) - El límite de detección de un método analítico es la

concentración mínima del constituyente o de las especies de interés, que puede ser detectada por un instrumento y distinguirse del ruido del instrumento dado con un cierto grado de probabilidad. Por ejemplo, una alternativa es efectuar reiteradas mediciones del líquido extractante (análisis de trazas de metales), y calcular la desviación estándar de los resultados para partir de ello obtener, el límite de tolerancia estadística para el valor del ruido del instrumento, ejemplo, un límite superior al 99% con 95% de confianza.

Pruebas de Suficiencia - Serie especial de pruebas programadas para determinar la habilidad de los técnicos de campo o de los analistas de laboratorio que suelen, realizar el análisis. Los resultados pueden utilizarse para fines comparativos frente a los criterios establecidos o para hacer comparaciones relativas con los datos obtenidos por un grupo de técnicos o analistas.

Trazador - Es un estándar local comparado y certificado, sea en forma directa o a través de no más de un estándar intermedio, con un estándar primario como el Material Referencial Estándar (MRE) de la Oficina Nacional de Normas o un Material Referencial Certificado (MRC) aprobado por la Oficina Nacional de Normas y el EPA de Estados Unidos.

## RESUMEN DEL INFORME MENSUAL CONFIDENCIAL

Instrucciones:

1. Llenar sólo aquellas secciones del formato que son aplicables a los requisitos del permiso de operaciones de la planta.

2. Se entiende por número de permiso el número del Permiso de Operación expedida por el MEM.

3. La fecha del informe corresponde al mes y año cuyos datos se presentan.

4. Las "Emisiones Totales del Mes" se calculan en base a la cantidad de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) generado expresado en toneladas.

5. La sección correspondiente a "Horas Que Exceden a los Valores Límites Autorizados para Chimeneas" hace referencia a todas las chimeneas que requieren cálculos de emisión diaria, así como a aquellas que cuenten monitores continuos de emisión. Debe indicarse el porcentaje de tiempo operativo del instrumento durante ese mes. No hay que considerar el tiempo improductivo ni los períodos de calibración (incluyendo controles de desviación), para el cálculo los tiempos operativos porcentuales para cada monitor.

6. Para la sección "Estación de Monitoreo Ambiental Estático" S.T. se refiere a "Sulfatación total" y H<sub>2</sub>S se refiere a la exposición a "hidrógeno sulfurado". En la columna "No de Estaciones", debe indicarse el número real de estaciones cuyos resultados mensuales se han obtenido. En la columna "Lectura Máxima" hay que consignar la lectura máxima registrada en la red para ese mes, tanto para S.T. como para H<sub>2</sub>S. El promedio de lecturas de S.T. y H<sub>2</sub>S de todas las estaciones se consignará en la columna "Promedio de la Red". Asimismo, se registrará el número de estaciones en las que los valores de S.T. y H<sub>2</sub>S excedan el 0,5 y 0,1 mg SO<sub>3</sub> equivalentes/d/100 cm<sup>2</sup>, respectivamente.

7. Mediciones de Opacidad (en chimeneas):

(a) Se entiende por chimenea aquéllas que poseen monitores continuos para la determinación de emisiones.

(b) No de Horas > 20%: en base al promedio horario, es el número total de horas de lectura en los que los valores de opacidad son superiores al 20 %.

No de Horas > 40%: en base al promedio horario, es el número de horas de lectura en las que los valores de opacidad son superiores al 40 %.

(c) Promedio Diario Máximo: se refiere a la mayor lectura promedio del día, expresada en porcentaje.

(d) Promedio Mensual: Es el promedio aritmético de las lecturas del promedio diario para el mes expresado en porcentaje.

e) % Tiempo Operativo: porcentaje de tiempo que estuvo operativo el monitoreo en chimeneas durante el mes. Al calcular los tiempos operativos porcentuales de cada monitor, no se considerarán los períodos de calibración (incluyendo control de desviación) ni el tiempo improductivo.

8. En la sección monitoreo continuo del ambiente, el parámetro específico evaluado (por ejemplo, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, viento, etc.) junto a los números guías (por ejemplo, 1, 2, 3, etc.) debe ser registrado seguido el porcentaje del tiempo operativo para el mes y para el instrumento en cuestión. Debe anotarse aquellas lecturas promedio máximas para períodos de 1 hora y de 24 horas. Todas las lecturas registradas para el parámetro que excedan los Límites Máximos

Permisibles, tanto para 1 hora como para 24 horas, deben consignarse en las columnas respectivas bajo "No de Lecturas > Norma".

Nota: No es necesario incluir las lecturas máximas de 24 horas para el H2S en el "Formulario Resumen".

9. Resumen de Informe Confidencial: deben reportarse los totales mensuales y el promedio diario de crudos procesados expresado en m3. Asimismo, se indicará el contenido promedio de azufre expresado como porcentaje de masa.

### ANEXO 3.

#### FORMATO PARA EL REPORTE ANUAL DE MONITOREO

### ANEXO 4.

#### PRUEBAS DE LA EPA-EE.UU. Y ESPECIFICACIONES

#### PARA LOS SISTEMAS DE MONITOREO CONTINUO DE EMISIONES

Se presentan a continuación una lista de métodos de prueba utilizados por EPA-USA para evaluar emisiones de fuentes estacionarias, seguidos por especificaciones recientes establecidas por la misma Agencia para sistemas de monitoreo de emisiones continuas. Estos métodos están publicados en las Regulaciones del Código Federal del EEUU, Título 40, Partes 53 al 60. Es posible obtener copia de estos documentos de:

\* Government Printing Office

\* Washington D.C.

\* 20402-9371

Atención: Superintendente de Documentos

Métodos de Prueba de Fuentes Estacionarias

Método 1 - Muestreo y velocidades transversales para fuentes estacionarias

Método 1A - Muestreo y velocidades transversales para fuentes estacionarias con chimeneas pequeñas y otros ductos

Método 2 - Determinaciones de la velocidad de gases de chimenea y el flujo volumétrico (Tubo Pitot Tipo S)

Método 2A - Mediciones directas de volúmenes de gas en tubos y pequeños ductos

Método 2C - Determinación de la velocidad de gases de chimenea y flujos volumétricos de chimeneas pequeñas y ductos (Tubo Pitot Estándar)

Método 2D - Mediciones de flujos de volúmenes gaseosos en tubos pequeños y ductos

Método 3 - Análisis de gases para la determinación del peso molecular seco.

Método 3A - Determinación de concentraciones de CO2 y O2 en emisiones de fuentes estacionarias (Procedimiento de análisis)

instrumental)

Método 3B - Análisis de bases para la determinación del factor de corrección de la tasa de emisiones o exceso de aire (Orsat)

Método 3C - Determinación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> de fuentes estacionarias.

Método 4 - Determinación del contenido de humedad en fuentes estacionarias

Método 5 - Determinación de emisión de partículas de fuentes estacionarias.

Método 5F - Determinación de partículas no sulfatadas de fuentes estacionarias.

Método 6 - Determinación de emisiones de SO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias

Método 6A - Determinación de SO<sub>2</sub>, humedad y CO<sub>2</sub> de fuentes de combustión de combustibles fósiles.

Método 6B - Determinación de SO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en promedio diario de fuentes de combustión de combustibles fósiles.

Método 6C - Determinación de emisiones de SO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias (Procedimiento de Análisis Instrumental)

Método 7 - Determinación de emisiones de NO<sub>2</sub>, de fuentes estacionarias

Método 7A - Determinación de emisiones de NO<sub>2</sub>, de fuentes estacionarias (Método de Cromatografía Iónica)

Método 7B - Determinación de emisiones de NO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias (Espectrometría ultravioleta)

Método 7C - Determinación de emisiones de NO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias (Método colorimétrico: Permanganato Alcalino)

Método 7D - Determinación de emisiones de NO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias (Método: Cromatografía iónica / Permanganato Alcalino)

Método 7E - Determinación de emisiones de NO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias (Método de Análisis Instrumental)

Método 8 - Determinación de neblinas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y emisiones de SO<sub>2</sub> de fuentes estacionarias

Método 9 - Determinaciones visuales de la opacidad por emisiones de fuente estacionaria

Método 10 - Determinación de emisiones de CO de fuentes estacionarias

Método 10A- Determinación de emisiones de CO en sistemas de monitoreo continuos certificados en emisiones de refinerías de petróleo

Método 11 - Determinación de H<sub>2</sub>S contenido en el flujo de gases de refinerías de petróleo

Método 12 - Determinación de Pb inorgánico en emisiones de fuentes estacionarias.

Método 13A- Determinación de emisiones totales de fluoruros de fuentes estacionarias (Método de SPADNS Zirconium Lake)

Método 13B- Determinación de emisiones totales de fluoruros de fuentes estacionarias (Método de Ion electrodo específico)

Método 15 - Determinación de hidrógeno sulfurado, sulfuro de carbonilo y disulfuro de carbono de fuentes estacionarias

Método 16 - Determinación semi-continua de emisiones de S de fuentes estacionarias

Método 17 - Determinación de materiales particulados de fuentes estacionarias.

Medición de componentes orgánicos en emisiones gaseosas por cromatografía de gas

Método 20 - Determinación de NOx, SO2 y O2 de emisiones de turbinas de gas estacionarias

Método 21 - Determinación de compuestos orgánicos volátiles (VOC) en derrames petroleros

Método 22 - Determinación visual de emisiones fugitivas y de humos de gases en combustión (llamas)

Método 24 - Determinación del contenido de materiales volátiles contenido de humedad, densidad, volumen de sólidos, peso de sólidos en superficies de revestimiento (pintadas)

Método 24A- Determinación de material volátil y densidad en pinturas o tintas de imprenta y revestimientos afines

Método 25- Determinación del total de emisiones gaseosas orgánicas no metánicas, expresadas como carbono

Método 25A- Determinación de la concentración total de gases orgánicos usando un analizador ionizador de flama

Método 25D- Determinación de orgánicos volátiles en muestras residuales sólidas

Método 27- Determinación de la hermeticidad al escape de vapores en tanques que expenden gasolina, usando pruebas de presión al vacío

Método 201- Determinación de hidrocarburos PM10 (Procedimiento de reciclaje del gas de exhaustor)