

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS



MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

VICEMINISTERIO DE AMBIENTE

DIRECCIÓN DE DESARROLLO SECTORIAL SOSTENIBLE

República de Colombia

Versión 1.0

JULIO DE 2009

VERSION NO APROBADA
PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	7
1.1 Medición directa	8
1.1.1 Métodos empleados para realizar la medición directa	8
1.1.1.1 Consideraciones sobre los métodos empleados para realizar la medición directa	11
1.1.2 Consideraciones adicionales para la evaluación de emisiones atmosféricas	18
1.1.2.1 Análisis de gases	19
1.1.2.2 Determinación de la Humedad de los gases	19
1.1.2.3 Cuantificación de la emisión de material particulado	19
1.1.2.4 Cuantificación de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles.....	20
1.1.2.5 Cuantificación de la emisión de NOx.....	20
1.1.2.6 Cuantificación de la emisiones para los métodos 11, 15, 15A y 16	20
1.1.2.7 Cuantificación de las emisiones de SO₂ y H₂SO₄.....	21
1.1.2.8 Condiciones para la medición directa en el proceso de cocción en la industria de fabricación de productos de cerámica refractaria, no refractaria y de arcilla	22
1.1.3 Instalaciones necesarias para realizar mediciones directas.....	22
1.2 Balance de masas	26
1.2.1 Información necesaria para evaluar emisiones por el método de balance de masas	27
1.2.1.1 Información general de la fuente fija	27
1.2.1.2 Descripción de las instalaciones.....	27
1.2.1.3 Información del proceso o procesos que generan emisiones	27
1.2.1.4 Descripción de la fuente o fuentes de emisión.....	27
1.2.1.5 Organización del procedimiento para la estimación de emisiones	27
1.2.1.6 Caracterización y análisis	29
1.2.1.7 Descripción de los equipos y otros elementos.....	29
1.2.1.8 Identificación de los sitios de toma de muestra	29
1.2.1.9 Procedimiento de control de calidad	29
1.2.1.10 Revisión bibliográfica.....	30
1.3 Factores de emisión	30
1.3.1 Información necesaria para evaluar emisiones por factores de emisión.....	30
1.3.1.1 Identificación de las fuentes de emisión.....	30
1.3.1.2 Nivel de actividad.....	31
1.3.1.3 Estimación de las emisiones	31
1.3.2 Desarrollo de factores de emisión.....	31
1.3.2.1 Recolección de datos y cálculo de la incertidumbre.....	31
1.3.2.2 Aspectos que pueden afectar la aplicación de factores de emisión.....	32
1.3.2.2.1 Materias primas e insumos	32
1.3.2.2.2 Proceso de Producción	32
1.3.2.2.3 Parámetros de producción	33

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

1.3.2.2.4	Condiciones de los equipos generadores de emisiones atmosféricas.....	33
1.3.2.2.5	Condiciones ambientales	33
1.4	Uso simultáneo de procedimientos de medición.....	34
CAPÍTULO 2. ESTUDIOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS		36
2.1	Planeación del estudio de emisiones	36
2.2	Perfil del personal	37
2.2.1	Coordinador de grupo	37
2.2.2	Operador del equipo.....	38
2.2.3	Auditor o inspector	38
2.2.4	Asistente	38
2.3	Informe del estudio de emisiones atmosféricas	38
2.3.1	Estructura del informe del estudio de emisiones atmosféricas	39
2.3.1.1	Resumen ejecutivo.....	39
2.3.1.2	Introducción	39
2.3.1.3	Descripción del proceso o instalación.....	40
2.3.1.3.1	Descripción de la fuente de emisión.....	40
2.3.1.4	Descripción del programa de medición	41
2.3.1.4.1	Identificación del encargado por parte de la empresa consultora	41
2.3.1.5	Procedimiento de evaluación	41
2.3.1.5.1	Descripción de equipos y procedimientos.....	41
2.3.1.5.2	Métodos de toma de muestra y análisis.....	41
2.3.1.5.3	Métodos analíticos	42
2.3.1.5.4	Localización del sitio de toma de muestra	42
2.3.1.6	Procedimientos de control y aseguramiento de calidad	42
2.3.1.6.1	Procedimiento de medición	42
2.3.1.6.2	Equipos de calibración externa y verificación en laboratorio.....	42
2.3.1.6.3	Instrumentos de calibración y mantenimiento	43
2.3.1.6.4	Validación de datos.....	43
2.3.1.6.5	Auditoría de la medición y acciones correctivas	44
2.3.1.6.6	Documentación.....	44
2.3.1.7	Reporte de resultados de análisis	44
2.4	Procedimiento de toma de muestra y análisis.....	44
2.5	Aceptación de los estudios de emisiones atmosféricas	44
2.5.1	Criterio de invalidación de datos.....	44
2.5.1.1	Pérdida o alteración de la muestra	45
2.5.1.2	Errores de toma de muestra.....	45
2.5.1.3	Errores de análisis	45
2.5.2	Cadena de custodia de la muestra	46
2.6	Reporte del estudio de emisiones atmosféricas.....	46

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

CAPÍTULO 3. MONITOREO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS	49
3.1 Frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas para centrales térmicas, instalaciones donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos, hornos crematorios e instalaciones donde se realice tratamiento a residuos no peligrosos	49
3.2 Frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones para las demás actividades industriales.....	52
3.3 Consideraciones adicionales en la determinación de la frecuencia de monitoreo de emisiones atmosféricas.....	53
3.3.1 Instalaciones nuevas.....	53
3.3.2 Equipos de respaldo	53
3.3.3 Modificación de la Frecuencia de Monitoreo	53
3.3.4 Dioxinas y Furanos	54
3.4 Determinación del tamaño de la muestra cuando existen fuentes de emisión similares operando bajo las mismas condiciones	54
3.5 Monitoreo Continuo de Emisiones	55
3.5.1 Condiciones para la solicitud de monitoreo continuo de emisiones.....	56
 CAPÍTULO 4. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE DESCARGA. APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE INGENIERÍA.....	58
4.1 Generalidades.....	58
4.2 Buenas Prácticas de Ingeniería para instalaciones existentes	58
4.3 Buenas Prácticas de Ingeniería para instalaciones nuevas.....	60
4.4 Consideraciones adicionales para la aplicación de Buenas Prácticas de Ingeniería (BPI).....	69
 CAPÍTULO 5. SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	74
5.1 SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES	74
5.1.1 Ciclones	74
5.1.2 Precipitadores Electrostáticos	74
5.1.3 Quemador de gases	75
5.1.4 Sistemas de captura y destrucción de sustancias contaminantes	76
5.1.5 Sistemas de captura y recuperación de sustancias contaminantes	76
5.1.6 Incinerador para destrucción de sustancias contaminantes	76
5.1.7 Lavador húmedo	77
5.1.8 Lavador Venturi	78
5.1.9 Sistema de extracción	78
5.2 SISTEMAS DE MONITOREO Y MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE LOS PROCESOS	79
5.2.1 Sistema de alimentación.....	79
5.2.2 Sistema de medición de temperatura	79

5.2.3	Consumo de potencia	80
CAPÍTULO 6. PLAN DE CONTINGENCIA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS		
6.1	Contenido del Plan de Contingencia de Sistemas de Control de Emisiones	81
CAPÍTULO 7. DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE EMISIONES MOLESTAS		
7.1	Enmascaramiento De Olores	83
7.2	Carbón Activado	83
7.3	Filtro Biológico	83
CAPÍTULO 8. PRUEBA DE QUEMADO PARA INSTALACIONES DONDE SE REALICE TRATAMIENTO TÉRMICO DE RESIDUOS PELIGROSOS.		
		85
ANEXO 1. ACTIVIDADES INDUSTRIALES OBJETO DE CONTROL Y VIGILANCIA.....		
		89
ANEXO 2. EQUIPO DE MONITOREO POR MEDICIÓN DIRECTA Y AJUSTE INICIAL DEL EQUIPO		
		108
ANEXO 3. FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD		
		111
ANEXO 4. FORMATO PARA CONSIGNAR LOS DATOS DE CAMPO.....		
		113
ANEXO 5. FORMATO PARA LA ENTREGA DE INFORMES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POSTERIORES AL INICIAL.....		
		121

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Métodos para la evaluación de emisiones contaminantes.....	8
Tabla 2. Matriz de análisis de contaminantes	12
Tabla 3. Instalaciones mínimas para la realización de mediciones directas	23
Tabla 4. Requerimientos mínimos del reporte del estudio de emisiones atmosféricas	46
Tabla 5. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para todas las instalaciones de incineración de residuos y/o desechos peligrosos y para todas las instalaciones donde se realice tratamiento térmico a residuos no peligrosos.	49
Tabla 6. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos de incineración en hospitales y municipios categoría 5 y 6 con capacidad igual o inferior a 600Kg/mes.	49
Tabla 7. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos cementeros que realicen coprocesamiento de residuos y/o desechos peligrosos.....	50
Tabla 8. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos crematorios.	50
Tabla 9. Frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos para instalaciones existentes donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.	51
Tabla 10. Frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos en instalaciones nuevas donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.	51
Tabla 11. Frecuencia de monitoreo contaminantes de acuerdo a la Unidad de Contaminación Atmosférica.....	53
Tabla 12. Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire.	69
Tabla 13. Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire.	70

CAPÍTULO 1. PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

El presente capítulo tiene como objetivo establecer los procedimientos de evaluación de emisiones, según lo dispuesto en el artículo 72 de la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya. Estos procedimientos de evaluación incluyen medición directa, balance de masas y factores de emisión. Durante la evaluación de emisiones contaminantes, se puede emplear una única metodología o se pueden emplear dos o más de ellas para determinar la confiabilidad de la información obtenida en la cuantificación de las emisiones.

Las emisiones de contaminantes al aire varían de una fuente a otra, por lo cual es necesario evaluar inicialmente la información con la cual se cuenta para el desarrollo de la evaluación de emisiones atmosféricas. Esta información debe incluir un análisis de los equipos utilizados para el control de emisiones atmosféricas y de algunas variables tales como la eficiencia del equipo de control, la cual es determinada por su diseño, operación y mantenimiento. Para determinar dicha eficiencia, se deben utilizar sus variables de operación, por ejemplo, la presión a través del lavador (en el caso del lavador de gases), el área de la placa, el voltaje y la corriente de operación (en el caso de los precipitadores electrostáticos) y la razón de alimentación alcalina (en un lavador de gases ácidos).

Adicional a la variación que se presenta en las emisiones atmosféricas de una fuente a otra, una misma fuente puede presentar variaciones importantes en las propiedades y características de sus emisiones. Para evaluar estas variaciones en el corto plazo, se necesita el desarrollo de varias pruebas y evaluaciones de las emisiones, incluso puede requerirse el desarrollo de monitoreo continuo en la fuente. Generalmente, la información que proporciona un balance de masas no es suficiente para el análisis de la variabilidad de las emisiones en el corto tiempo, debido a que la exactitud del balance de masas se reduce en evaluaciones que se realizan con intervalos de tiempo cortos. Por el contrario, una de las ventajas de la aplicación de balance de masas es la aproximación a valores reales de los promedios de las emisiones en los casos en los que el análisis de las fluctuaciones se presenta en un largo periodo de tiempo.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 76 de la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, el cumplimiento de los estándares se debe determinar mediante medición directa a través del ducto o chimenea que se debe construir en cada fuente fija puntual. Sin embargo, esta misma resolución establece que para la determinación de las emisiones se puede emplear balance de masas. En el caso que no se cuente con la información necesaria para realizar la medición por balance de masas (cantidades y caracterización de materiales, consumo de combustibles y la demás información que establece el presente protocolo para la aplicación de balance de masas) y que además dicha información no se pueda hallar para el desarrollo de la evaluación, se podrán aplicar factores de emisión.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

1.1 Medición directa

La medición directa se realiza a través de procedimientos donde se recolecta una muestra para su posterior análisis o mediante el uso de analizadores instrumentales. El primer procedimiento corresponde a la captura de la muestra en la chimenea o ducto de la fuente, para su posterior análisis en laboratorio. El analizador instrumental es un equipo que mide directamente la concentración de los contaminantes en la chimenea o ducto de emisión. Este equipo se puede emplear de manera eventual o permanente. Cuando se emplea de manera permanente el analizador forma parte de un sistema que recibe el nombre de sistema de monitoreo continuo de emisiones (CEMS por sus siglas en inglés). Sin embargo, únicamente serán válidos aquellos resultados obtenidos mediante la aplicación de analizadores instrumentales, cuando el método aplicado permita el uso de los mismos, caso en el que se deberán cumplir todas las especificaciones del método.

1.1.1 Métodos empleados para realizar la medición directa

Para el desarrollo de la medición directa y de acuerdo con los contaminantes que genere la fuente fija, las características de las emisiones y del ducto de salida o chimenea, se adoptan los métodos promulgados en el Código Federal de Regulaciones de los Estados Unidos (CFR), que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Métodos para la evaluación de emisiones contaminantes

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
Método 1	Determinación del punto y velocidad de toma de muestra para fuentes estacionarias
Método 1A	Determinación del punto y velocidad de toma de muestra para fuentes estacionarias con ductos o chimeneas pequeñas
Método 2	Determinación de la velocidad y tasa de flujo volumétrica de gases en chimenea (Tubo Pitot tipo S)
Método 2A	Medición directa del volumen de gas a través de tuberías o ductos pequeños.
Método 2B	Determinación de la tasa volumétrica de flujo del gas procedente de incineradores de vapor de gasolina
Método 2C	Determinación de la velocidad y tasa de flujo volumétrica del gas en ductos o chimeneas pequeñas (Tubo Pitot estándar)
Método 2D	Medición de la tasa de flujo volumétrica del gas en ductos y tuberías pequeñas
Método 2E	Determinación de la tasa de flujo de producción de gas en rellenos sanitarios
Método 2F	Determinación de la velocidad y tasa de flujo volumétrica de gas en chimenea empleando sondas tridimensionales
Método 2G	Determinación de la velocidad y tasa de flujo volumétrica de gas en chimenea empleando sondas bidimensionales
Método 2H	Determinación de la velocidad del gas teniendo en cuenta la disminución de la velocidad cerca a la pared de la chimenea
Método 3	Análisis de gases para la determinación del peso molecular base seca
Método 3A	Determinación de concentraciones de oxígeno y bióxido de carbono en emisiones de fuentes estacionarias (Procedimiento del analizador instrumental)
Método 3B	Análisis de gases para la determinación del factor de corrección de tasa de

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
	emisión o exceso de aire
Método 3C	Determinación de dióxido de carbono, metano, nitrógeno y oxígeno en fuentes estacionarias
Método 4	Determinación del contenido de humedad en gases de chimenea
Método 5	Determinación de las emisiones de material particulado en fuentes estacionarias
Método 5A	Determinación de las emisiones de material particulado en la industria de procesamiento de asfalto y manto asfáltico
Método 5B	Determinación de las emisiones de material particulado diferente al ácido sulfúrico en fuentes estacionarias
Método 5D	Determinación de las emisiones de material particulado en filtros de manga que operan a presión positiva
Método 5E	Determinación de las emisiones de material particulado en industrias de manufactura de fibra de lana de vidrio aislante
Método 5F	Determinación de las emisiones de material particulado, diferente al sulfato, en fuentes estacionarias
Método 5G	Determinación de las emisiones de material particulado en calentadores de madera (toma de muestra en túnel de dilución)
Método 5H	Determinación de las emisiones de material particulado en calentadores de madera (localizado en la chimenea)
Método 5I	Determinación de las emisiones de material particulado de bajo nivel en fuentes estacionarias
Método 6	Determinación de las emisiones de dióxido de azufre en fuentes estacionarias
Método 6A	Determinación de dióxido de azufre, humedad y bióxido de carbono en fuentes de combustión de combustible fósil
Método 6B	Determinación de las emisiones promedio diarias de dióxido de azufre y bióxido de carbono en fuentes de combustión de combustible fósil
Método 6C	Determinación de las emisiones de dióxido de azufre en fuentes estacionarias (Procedimiento del analizador instrumental)
Método 7	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias
Método 7A	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias (Método de cromatografía iónica)
Método 7B	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias (Método de espectrofotometría ultravioleta)
Método 7C	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias (Método colorimétrico de permanganato alcalino)
Método 7D	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias (Método de cromatografía iónica de permanganato alcalino)
Método 7E	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno en fuentes estacionarias (Procedimiento del analizador instrumental)
Método 8	Determinación de las emisiones de ácido sulfúrico y dióxido de azufre en fuentes estacionarias
Método 9	Determinación visual de la opacidad de emisiones en fuentes estacionarias
Método 10	Determinación de las emisiones de monóxido de carbono en fuentes estacionarias (Procedimiento del analizador instrumental)

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
Método 10A	Determinación de la emisión de monóxido de carbono en la certificación de sistemas de medición continua de emisiones en refinerías de petróleo
Método 10B	Determinación de las emisiones de monóxido de carbono en fuentes estacionarias
Método 11	Determinación del contenido de sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) en corrientes de gas combustible en refinerías de petróleo
Método 12	Determinación de las emisiones de plomo inorgánico en fuentes estacionarias
Método 13A	Determinación de las emisiones de fluoruro total en fuentes estacionarias (Método del reactivo SPADNS)
Método 13B	Determinación de las emisiones de fluoruro total en fuentes estacionarias (Método del Ion electrodo específico)
Método 14	Determinación de las emisiones de fluoruro para plantas de producción de aluminio primario
Método 14A	Determinación de las emisiones de fluoruro total en fuentes estacionarias específicas en instalaciones de producción de aluminio primario
Método 15	Determinación de las emisiones de sulfuro de hidrógeno (H ₂ S), carbonilo sulfhídrico y Bisulfuro de Carbono en fuentes estacionarias
Método 15A	Determinación de las emisiones de azufre total reducido en plantas de recuperación de azufre de refinerías de petróleo
Método 16	Determinación semicontinua de las emisiones de azufre en fuentes estacionarias
Método 16A	Determinación de las emisiones de azufre total reducido en fuentes estacionarias (Técnica del impactador)
Método 16B	Determinación de las emisiones de azufre total reducido en fuentes estacionarias
Método 17	Determinación de la emisión de material particulado en fuentes estacionarias
Método 18	Medición de las emisiones de compuestos orgánicos gaseosos por cromatografía de gases
Método 19	Determinación de la eficiencia de remoción de dióxido de azufre y las tasas de emisión de material particulado, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno
Método 20	Determinación de las emisiones de óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y diluyentes en turbinas de gas estacionarias
Método 21	Determinación de fugas de compuestos orgánicos volátiles
Método 22	Determinación visual de emisiones fugitivas de fuentes de material y emisiones de humo provenientes de llamaradas
Método 23	Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos policlorados en incineradores de residuos municipales
Método 24	Determinación del contenido de material volátil, contenido de agua, densidad, volumen de sólidos y peso de sólidos de recubrimiento de superficies
Método 24A	Determinación del contenido de material volátil y densidad de recubrimientos de tintas de rotograbado y publicaciones rotograbadas relacionadas
Método 25	Determinación de las emisiones gaseosas orgánicas totales diferentes al metano dadas como carbón
Método 25A	Determinación de la concentración gaseosa orgánica total empleando un analizador de ionización de llama
Método	Determinación de la concentración gaseosa orgánica total empleando un

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
25B	analizador de infrarrojo no dispersivo
Método 25C	Determinación de compuestos orgánicos diferentes al metano en gases de rellenos sanitarios
Método 25D	Determinación de la concentración de compuestos orgánicos volátiles en muestras de residuos
Método 25E	Determinación de la concentración orgánica en fase de vapor en muestras de residuos
Método 26	Determinación de las emisiones de haluros de hidrógeno y halógenos en fuentes estacionarias (Método no isocinético)
Método 26A	Determinación de las emisiones de haluros de hidrógeno y halógenos en fuentes estacionarias (Método isocinético)
Método 29	Determinación de las emisiones de metales en fuentes estacionarias

De acuerdo con lo establecido en el artículo 73 de la resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, cuando no sea posible realizar el estudio de emisión por cualquiera de los métodos establecidos anteriormente o cuando se facilite la aplicación de un método alternativo la industria podrá solicitar a la autoridad ambiental competente la autorización para el uso de dicho método. Sin embargo, únicamente se aprobarán métodos alternativos aprobados o sugeridos por la US-EPA. En los casos en que la US-EPA no cuente con el método requerido, se podrán utilizar métodos nacionales o internacionales, de reconocida idoneidad científica, o en los que para casos similares o iguales, hayan servido de fundamento técnico para la expedición de normas o la adopción de políticas medioambientales, de reconocida eficacia en otros países.

Los métodos que se utilicen para la realización de mediciones directas serán los publicados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. En ningún caso se aceptará un cambio o modificación que no esté incluido en los métodos publicados por el IDEAM, como por ejemplo, el cambio de las especificaciones técnicas de los equipos de medición o las pruebas para verificar su calibración.

El documento “Index to EPA Test Methods” presenta una indicación de los métodos aprobados por la US-EPA. Los métodos adoptados a nivel nacional para la realización de mediciones directas serán los publicados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

1.1.1.1 Consideraciones sobre los métodos empleados para realizar la medición directa

Teniendo en cuenta las características de la fuente fija que se requiera monitorear, existen algunas consideraciones que deben ser tenidas en cuenta, especialmente en lo relacionado con volúmenes y tiempos mínimos, entre otras consideraciones de medición, las cuales se encuentran consignadas en la Tabla 2 y guardan una relación directa con el contaminante que se requiera monitorear. Estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta durante la realización de las mediciones directas y serán evaluadas como criterios de validación de la medición, durante el proceso de revisión de la evaluación de emisiones por medición directa.

Tabla 2. Matriz de análisis de contaminantes

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	MÉTODO DE MONITOREO	TIEMPO MÍNIMO, VOLUMEN MÍNIMO Y OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA
Producción de ácido nítrico	NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 7 Alternativos: 7A, 7B, 7C y 7D	Tiempo de medición: 15 segundos Para los métodos 7C y 7D: 60 minutos continuos Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Producción de ácido sulfúrico	SO ₂ Neblina ácida o trióxido de azufre (H ₂ SO ₄)	Referencia: 1, 2, 3 y 8 Alternativos: NA	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de medición: 1,15 dscm (40,6 dscf) El contenido de humedad se puede despreciar, considerarlo igual a cero. Se deben cuantificar la tasa de producción de ácido sulfúrico, la cual se debe confirmar mediante la realización de un balance de masas sobre el sistema de producción.
Producción de ácido clorhídrico	HCl	Referencia: 1,2 y 26A	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)
Producción de llantas y cámaras de caucho natural y sintético	MP, SO ₂ , NO _x , HC _T	Referencia: 1, 2, 3B, 4, 5, 6, 7, 24 y 25 Alternativos: 1A, 2A, 2C, 3B y 25A	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,003 dscm (0,11 dscf)
Producción de mezclas asfálticas	MP, SO ₂ , NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5 6 y 7 Alternativos: 1A, 2A, 2C y 3B.	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,90 dscm (31,8 dscf)
Procesamiento de asfalto y producción de productos de asfalto	MP	Referencia: 1, 2,3, 4 y 5A (literal a, b)	Tiempo de medición / Volumen de muestra: Saturador: 120 min y 3,0 dscm (106 dscf) Soplador asfalto: 90 min y 2,25 dscm (79,4 dscf)
Fundición de acero	MP, SO ₂ , NO _x , Dioxinas y Furanos.	Referencia: 1, 2, 3B, 4, 5 6, 7 y 23	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf) Método 23: Tiempo de medición: 4 horas Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Manufactura de acero para uso estructural	MP, HCl	Referencia: 1, 2, 3B, 4, 5 y 26	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	MÉTODO DE MONITOREO	TIEMPO MÍNIMO, VOLUMEN MÍNIMO Y OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA
Fundición primaria de cobre	MP, SO ₂ , Cu, y Dioxinas y Furanos.	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 23	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf) Método 23: Tiempo de medición: 4 horas Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Plantas de producción de bronce y latón	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 (literal b)	Tiempo de medición: 120 minutos Volumen de muestra: 1,80 dscm (63,6 dscf). La toma de muestra se debe realizar durante periodos representativos de carga y refinación, pero no durante el vertido del ciclo de producción
Fundición de plomo	MP, SO ₂ , Pb, Cu, Cd	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6,12 y 29	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,90 dscm (31,8 dscf)
Fundición de Zinc	MP, SO ₂ , Dioxinas y Furanos.	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 23	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf) Método 23: Tiempo de medición: 4 horas Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Galvanotecnia	SO ₂ , NO _x , HCl, Pb, Cd, Cu	Referencia: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 12, 26 y 29	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)
Producción de cal	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 Alternativo: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,90 dscm (31,8 dscf.)
Fabricación de fibra de vidrio	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5E Alternativos: 3A, 3B, 6C, 7A, 7C y 7D	Tiempo de medición: 120 minutos Volumen de muestra: 2,55 dscm (90,1 dscf) Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Hornos de fundición de vidrio	MP, SO ₂ , NO _x , HF y HCl	Referencia: 1, 2,3, 4 y 5, 13A y 26 Alternativos: 13B	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,90 dscm (31,8 dscf), La temperatura de la sonda y el porta filtro no debe tener una temperatura superior a 177 más o menos 14 °C (350 más o menos 25 °F)
Producción de pulpa para papel a	MP, SO ₂ , NO _x .	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5 y 16	Tiempo de medición: 60 minutos

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	MÉTODO DE MONITOREO	TIEMPO MÍNIMO, VOLUMEN MÍNIMO Y OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA
la soda		Alternativos: 3B, 16A y 16B	Volumen de muestra: 0,90 dscm (31,8 dscf), y se debe utilizar agua en lugar de acetona como sustancia para recuperación de la muestra.
Producción de pulpa para papel al sulfato y a la soda			Método 16: tiempo de medición 3 a 6 horas Se puede emplear el Método 17 si se agrega una constante de 0,009g/dscm a los resultados obtenidos por el Método 17, y si la temperatura de los gases de chimenea no es superior a 204 ° C (400 ° F)
Preparación de Carbón	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, y 6	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf).
Producción de coque.	MP, SO ₂ , HC _T y Dioxinas y Furanos	Referencia: 1, 2, 3, 5, 23 y 25	Tiempo de medición: 60 minutos: Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf) Método 23: Tiempo de medición: 4 horas Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Fabricación de fertilizantes	MP, HF NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 13A Alternativos: 13B	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)
Producción de aleaciones ferrosas	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4, y 5	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,80 dscm (63. dscf)
Plantas de acero	MP, SO ₂ , NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5 y 16 Alternativos: 3B, 16A, 16B	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,90 dscm (31,8 dscf), y se debe utilizar agua en lugar de acetona como sustancia para recuperación de la muestra.
Procesamiento de minerales	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 Alternativo: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,70 dscm (60 dscf)
Reducción primaria de aluminio	MP, HF	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 13A y 13B	Tiempo de medición: 8 horas Volumen de muestra: 6,80 dscm (240 dscf)
Procesamiento de roca de fosfato	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5	Tiempo de medición: 60 minutos

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	MÉTODO DE MONITOREO	TIEMPO MÍNIMO, VOLUMEN MÍNIMO Y OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA
		Alternativo: 17	Volumen de muestra: 1,70 dscm (60 dscf)
Manufactura de sulfato de amonio	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,5 dscm (53 dscf)
Producción de caprolactama	NO _x , SO ₂	Referencia: 1, 2, 3, 4, 6 y 7	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)
Producción de sulfato de sodio	MP, SO ₂	1, 2, 3, 4, 5 y 6	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)
Producción de nitrato de potasio	MP	1, 2, 3, 4, y 5 Alternativos: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,70 dscm (60 dscf)
Calcinación y secado en la industria mineral	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 (literal c)	Tiempo de medición: 120 minutos Volumen de muestra: 1,70 dscm
Industria molinera	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 Alternativos: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,70 dscm (60 dscf)
Tostado de cascarilla de grano o material vegetal	MP, NO _x , HC _T , Dioxinas y Furanos	Referencia: 1,2,3,4,5, 7, 23 y 25 Alternativos: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Método 23: Tiempo de medición: 4 horas Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Puertos	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 Alternativos: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,70 dscm (60 dscf)
Fabricación de productos farmacéuticos	MP	Referencia: 1, 2, 3, 4 y 5 Alternativos: 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 1,70 dscm (60 dscf)
Artes gráficas	COV's / Hidrocarburos totales dados como CH ₄	Referencia: 24A, densidad-ASTM D1475-60, 80, o 90	Análisis por balance de masas, y/o medición directa.
Procesamiento y transformación de caucho natural y sintético	COV's / Hidrocarburos	Referencia: 25	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,003 dscm

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	MÉTODO DE MONITOREO	TIEMPO MÍNIMO, VOLUMEN MÍNIMO Y OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA
	totales dados como CH ₄		
Recubrimiento de superficies	COV's / Hidrocarburos totales dados como CH ₄	Referencia: 25	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestrea: 0,003 dscm
Producción de pigmentos inorgánicos a base de caolín, carbonato de sodio y azufre	MP, SO ₂ , NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)
Generación de vapor	MP, NO _x , SO ₂	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 Alternativos: 5B, 17 (literal c)	Tiempo de medición: 120 minutos Volumen de muestra: 1,7 dscm (60 dscf)
Turbinas de gas para generación de energía	SO ₂ NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4, 6, 7E y 20 Alternativos: 3 ^a	Tiempo de medición: 20 minutos Volumen de muestra: 0,02 dscm (0,71 dscf)
Refinación de petróleo	MP, SO ₂ , NO _x	Referencia: 1, 2, 3B, 4, 5B, 7, 11 y 15 Alternativos: 1A, 2A, 2C, 3B, 5F, 15A y 16	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,015 dscm (0,53 dscf)
Producción de cemento	MP, SO ₂ , NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 Alternativos: 17	Tiempo de medición / Volumen de muestra: Horno: 60 minutos y 0,85 dscm (30 dscf) Enfriador Clinker: 60 minutos y 1,15 dscm (40,6 dscf)
fabricación de productos de cerámica refractaria, no refractaria y de arcilla	MP, NO _x , SO ₂ , HCl, HF	Referencia: 1,2,3,4,5,6,7, 13A y 26 Alternativos: 13B y 26 ^a	Tiempo de medición: 60 minutos
Termoeléctricas	MP, SO ₂ , NO _x	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 Alternativos: 3A, 3B, 6C, 7A, 7C, 7D, 7E y 17	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf) Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Hornos para calcinación de	MP, NH ₃ , H ₂ S y	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 15	

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

ACTIVIDAD	CONTAMINANTE	MÉTODO DE MONITOREO	TIEMPO MÍNIMO, VOLUMEN MÍNIMO Y OTRAS CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA
subproductos de animales	Mercaptano		
Tratamiento térmico de Residuos y o desechos peligrosos y no peligrosos	MP, SO ₂ , NO _x , CO, Dioxinas y Furanos, Hidrocarburos totales dados como CH ₄ , Hg, HF, HCl, COT, Cadmio y talio y sus compuestos, sumatoria de metales	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 23, 25, 26, 29 Alternativos: 3A, 3B, 6C, 7A, 7C, 7D, 7E, 10B, 25A, 26A.	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf) Método 23: Tiempo de medición: 4 horas Velocidad de flujo: Método 7C - entre 0.014 y 0.018 cfm
Cremación de cadáveres en Hornos Crematorios.	MP, CO, Hidrocarburos totales dados como CH ₄ , Benzopireno y dibenzoantraceno	Referencia: 1, 2, 3, 4, 5, 10, 25, Niosh 5506, Niosh 5515 Alternativos: 3A, 3B, 10B, 25A	Tiempo de medición: 60 minutos Volumen de muestra: 0,85 dscm (30 dscf)

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

1.1.2 Consideraciones adicionales para la evaluación de emisiones atmosféricas

La evaluación de emisiones atmosféricas mediante medición directa debe comenzar mínimo 30 minutos después de iniciada la operación del proceso o instalación y debe finalizar antes de que se detenga la operación del mismo.

Las pruebas deben ser realizadas bajo las condiciones establecidas en el presente protocolo, basado en un desempeño representativo de la fuente fija. Se considera un desempeño representativo el que se realice bajo condiciones de operación iguales o superiores al 90% de su operación normal.

Cuando la medición se realice en instalaciones existentes, las fuentes fijas que sean sometidas a la evaluación de emisiones deben estar operando como mínimo al 90% de la capacidad de operación promedio de los últimos doce (12) meses. Esta información deberá ser soportada y presentada por el operador o propietario de la fuente fija a la autoridad ambiental competente en el informe previo a la realización de la medición (Ver 2). El porcentaje de operación (90%) deberá estar basado como mínimo en los datos de consumo de combustible y de producción. En caso que la actividad no soporte esta información, la medición se deberá realizar a plena carga, para lo cual en el informe previo deberá anexar información que explique el funcionamiento de las fuentes fijas, dicha medición deberá también estar disponible el día en que se realice la medición directa. Para el caso de instalaciones nuevas, estas tendrán seis (6) meses contados a partir de su entrada en operación para realizar la medición de sus emisiones y deberán cumplir con la consideración del 90% del promedio de operación de esos seis (6) meses.

Cuando la actividad industrial emplee mezcla de dos o más combustibles en la operación normal de la fuente fija, se deben realizar tres pruebas o corridas para cada combustible a no ser que se utilice uno de los combustibles más del 95% de las horas de operación, de acuerdo con lo establecido en la resolución 909 del 5 de junio del 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

Cuando la actividad industrial emplee mezcla de dos o más combustibles para la operación normal del proceso o instalación, la evaluación de emisiones atmosféricas se debe realizar bajo estas mismas condiciones. Para efectos de la verificación del cumplimiento se deberán comparar las emisiones con el estándar de emisión más exigente aplicable a los combustibles utilizados en la mezcla, de acuerdo con lo establecido en la resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

Cada evaluación de emisiones debe constar de tres corridas separadas usando el método de medición aplicable. Cada corrida debe ser realizada para el tiempo y bajo las condiciones especificadas en este capítulo. Con el fin de determinar el cumplimiento de los límites máximos de emisión establecidos en la Resolución 909 de 2008 o en la que la adicione, modifique o sustituya, se debe utilizar el promedio aritmético de los resultados de las tres corridas. En el evento que una muestra se pierda accidentalmente o que ocurran condiciones en las que una de las tres corridas deba ser eliminada debido a un apagado forzoso, falla de una parte irremplazable del tren de toma de muestra, condiciones meteorológicas extremas u otras circunstancias, más allá del control del operador, el cumplimiento puede, bajo la aprobación de la autoridad ambiental competente, ser determinada usando el promedio aritmético de los resultados de las otras dos corridas.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

1.1.2.1 Análisis de gases

Para la realización del análisis de gases se debe emplear el método 3 y 3B, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Método 3B: Empleando la técnica de toma de muestra integrada o puntual en el mismo sitio de toma de muestra de material particulado.
- Método 3: Se debe emplear la técnica de toma de muestra integrada.

1.1.2.2 Determinación de la Humedad de los gases

Para la determinación de la humedad de los gases se deberán utilizar los valores encontrados luego de la ejecución de la medición preliminar (métodos 1,2, 3 y 4) adoptados por el presente protocolo. El valor obtenido de la aplicación de estos métodos será el utilizado para la posterior determinación de la concentración de contaminantes.

1.1.2.3 Cuantificación de la emisión de material particulado

Para la cuantificación de la emisión de material particulado, se deberá emplear el Método 5, que se puede operar sin calentamiento de la sonda de toma de muestra si el flujo de las emisiones se encuentra a temperatura ambiente. Para emisiones con temperatura por encima de la temperatura ambiente el tren de toma de muestra del Método 5 se debe operar con la sonda y el porta filtro a una temperatura levemente superior a la temperatura ambiente, teniendo en cuenta que esta temperatura debe estar en $120^{\circ}\text{C} + 14^{\circ}\text{C}$, para prevenir la condensación en el sistema.

Se debe emplear el Método 5 para filtros de manga trabajando a presión negativa y cualquier otro tipo de equipo de control, pero se debe emplear el Método 5D en filtros de manga que operen a presión positiva.

La emisión de material particulado se determinará empleando los métodos 5, 5B, 17 cuando se presentan las siguientes situaciones:

- Se emplea el Método 5 si las emisiones no son tratadas previamente con lavadores húmedos.
- Se emplea el Método 17 cuando las emisiones son afectadas o no por lavadores húmedos, pero cuando la temperatura no exceda 160°C (320°F). Se pueden emplear los procedimientos de la sección 8.1 y 11.1 del Método 5B en el Método 17, solo cuando las emisiones son descargadas de un lavador húmedo. No se debe emplear el Método 17 cuando las emisiones se presentan saturadas o cargadas de gotas de agua
- Se emplea el Método 5B cuando las emisiones son descargadas de un lavador húmedo
- Para el Método 5, la temperatura en la sonda y en el porta filtro debe ser de $160 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($320 \pm 25^{\circ}\text{F}$).
- Para el Método 5B, la temperatura en la sonda y en el porta filtro debe ser de $160 \pm 14^{\circ}\text{C}$ ($320 \pm 25^{\circ}\text{F}$).

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

- Se debe monitorear simultáneamente el contenido de oxígeno durante la medición del Método 5, Método 5B o el Método 17, tomando muestra en los mismos puntos de toma de muestra transversal.

Adicionalmente, se deben contemplar las siguientes situaciones:

- Método 5F para emisiones que no posean sistema de control de emisiones de azufre por vía húmeda
- Método 5B para emisiones tratadas con y sin sistema de control de emisiones de azufre por vía húmeda

1.1.2.4 Cuantificación de Emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles

Para la determinación de las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) se deben seguir los procedimientos y actividades establecidas en los métodos 25 o 25A.

1.1.2.5 Cuantificación de la emisión de NO_x

Se debe emplear el Método 7 para determinar la emisión de NO_x. El sitio de toma de muestra es el mismo que para la determinación de SO₂. Una prueba o corrida se realiza tomando cuatro (4) muestras puntuales, cada una tomada a intervalos de quince (15) minutos. Igualmente se debe tomar una muestra simultánea de oxígeno, y en el mismo sitio de toma de muestra, puntuales, empleando el Método 3B. La tasa de emisión se debe calcular para cada muestra NO_x y oxígeno. La emisión de cada prueba o corrida se determina del promedio aritmético de los resultados de los cuatro pares de muestras.

Se pueden emplear además los Métodos 7, 7A, 7C, 7D o 7E y los que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM adopte para tal fin. Si se emplean los Métodos 7C, 7D, o 7E, el tiempo de toma de muestra de cada corrida o prueba debe ser de al menos una hora y se debe realizar simultáneamente con la toma de muestra integrada de oxígeno.

1.1.2.6 Cuantificación de la emisiones para los métodos 11, 15, 15A y 16

Cuando se lleven a cabo los Métodos 11, 15, 15A, o 16, los gases que ingresan al tren de toma de muestra deben estar casi a presión atmosférica. Si la presión en la línea es relativamente alta, se debe emplear una válvula de control para reducir la presión. Si la línea de presión es lo suficientemente alta para operar el tren de toma de muestra sin la bomba de vacío, se puede eliminar la bomba de vacío del tren de toma de muestra. El punto de toma de muestra se debe ubicar cerca del eje central de la chimenea.

Para el Método 11, el tiempo de toma de muestra y volumen de muestra debe ser de al menos diez minutos y 0,010 dscm (0,35 dscf.). Se deben tomar al menos dos muestras en intervalos de alrededor de una (1) hora. El promedio aritmético de las dos muestras representa una prueba o corrida. Para la gran mayoría de los combustibles, tiempos de toma de muestra superiores a 20 minutos puede conducir al agotamiento de la solución absorbente, sin embargo, gases de combustibles que poseen bajas concentraciones de H₂S pueden necesitar tiempos de toma de muestra superiores.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

Para el Método 15 o 16, la inyección de al menos tres muestras para un periodo de una hora se considera una prueba o corrida. Para el Método 15A, una hora de toma de muestra se considera una prueba o corrida.

Se debe emplear el Método 15 para determinar las concentraciones de azufre reducido y H_2S , cada prueba o corrida se obtiene a partir de dieciséis muestras tomadas por encima de un mínimo de 3 horas. El punto de toma de muestra deberá ser el mismo del Método 6. Para asegurar un tiempo de residencia mínimo dentro de la línea de toma de muestra, el tiempo de toma de muestra debe ser de al menos 3 litros por minuto (0,10 cfm). El SO_2 equivalente para cada corrida se debe calcular después de corregir la humedad, como el promedio aritmético del SO_2 equivalente para cada muestra durante la corrida. Se debe emplear el Método 4 para determinar el contenido de humedad. El tiempo de toma de muestra para cada muestra deberá ser igual al tiempo que toma para cuatro muestras del Método 15.

1.1.2.7 Cuantificación de las emisiones de SO_2 y H_2SO_4

Para la utilización del Método 6 la muestra se debe tomar a una tasa de aproximadamente 2 litros/min. El punto de toma de muestra del Método 6 o 6C debe estar adyacente al Método 4; el cual se utiliza para determinar la humedad en los gases de chimenea. El tiempo de toma de muestra debe ser de al menos diez (10) minutos y 0,010 dscm (0,35 dscf.) por cada muestra. Se deben tomar ocho muestras de tiempos iguales a intervalos de 30 minutos. Una prueba o corrida se considera como el promedio aritmético de las ocho muestras. El tiempo de toma de muestra de cada muestra deberá ser igual al tiempo que toma para tomar dos muestras del Método 6. El contenido de humedad de la muestra se debe emplear para corregir la humedad de que trata el Método 6. Para documentar la eficiencia de oxidación de los equipos de control para los compuestos reducidos de azufre, se debe emplear el Método 15.

Para la determinación de la emisión de SO_2 se debe emplear el Método 6. El sitio de toma de muestra deberá ser el mismo que fue utilizado para la toma de la muestra de material particulado, y localizar en el eje central del área transversal de la chimenea en un punto distanciado a no menos de un metro de la pared de la chimenea, si la chimenea tiene un diámetro superior a dos metros. El tiempo de toma de muestra y volumen de la muestra deberá ser de al menos veinte minutos y 0,020 dscm (0,71 dscf) respectivamente, se deben tomar dos muestras durante una hora, con un intervalo que no supere los treinta minutos. Se debe igualmente tomar muestra simultánea con el Método 3B para el análisis de oxígeno, de acuerdo a lo establecido en el Método 5.

Se puede emplear el Método 8 modificado por inserción del filtro de vidrio calentado entre la sonda y el primer impactador. La sonda y el filtro de fibra de vidrio deben mantener una temperatura por encima de 160 °C (320 °F). Se deberá eliminar el impactador de isopropanol. Se debe eliminar el procedimiento de recuperación de la muestra descrita en el Método 8 para el contenedor No. 1. Se debe descartar el filtro de fibra de vidrio, se debe lavar toda la vidriería que se halla después del filtro de fibra de vidrio calentado e incluirlo en el contenedor No. 2. El volumen de muestra debe ser de al menos 1 dscm.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

1.1.2.8 Condiciones para la medición directa en el proceso de cocción en la industria de fabricación de productos de cerámica refractaria, no refractaria y de arcilla

De acuerdo con lo establecido en el artículo 34 de la Resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, y teniendo en cuenta que en el caso de los hornos discontinuos, el proceso de cocción consta de tres etapas principales (precalentamiento, tratamiento térmico que se desarrolla a la máxima temperatura y enfriamiento) se realiza por ciclos y únicamente se puede volver a iniciar el proceso una vez ha sido extraída toda la carga cocida y renovada por una nueva carga, se deben considerar las siguientes condiciones para realizar la evaluación mediante medición directa:

Las mediciones directas en hornos discontinuos se deberán realizar durante el periodo de máximo consumo de combustible durante el proceso de cocción, para garantizar que los datos obtenidos en la medición sean representativos del proceso de fabricación de productos de cerámica refractaria no refractaria y de arcilla.

Para efectos de la medición, el industrial debe informar a la autoridad ambiental competente, la fecha y hora en la que inició el proceso de cocción, así como la carga de material, el consumo y características del combustible y de las materias primas

Para el caso de la medición de hornos continuos se debe cumplir con lo establecido en el numeral 1.1.2 del presente protocolo en cuanto a los equipos que van a ser sometidos a la evaluación de emisiones.

1.1.3 Instalaciones necesarias para realizar mediciones directas

De acuerdo con lo establecido en el artículo 71 de la resolución 909 o la que la adicione, modifique o sustituya, el presente protocolo establece que con el fin de garantizar que los resultados obtenidos por medio de medición directa puedan ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos para las fuentes fijas, no solamente es necesario seguir los procedimientos establecidos en los métodos, contar con personal profesional y técnicos idóneos, controlar las variables del proceso, sino que también se requiere contar con instalaciones físicas que permitan realizar las mediciones directas.

Para tal fin, el operador o propietario de la fuente fija, deberá suministrar como mínimo puertos de toma de muestra adecuados para los métodos aplicables a la fuente fija. Esto incluye:

- Construir el sistema de control de emisiones, cuando se requiera, de manera tal que el flujo y la emisión de contaminantes pueda ser determinada con los métodos y procedimientos aplicables y contar con un ducto o chimenea libre de flujo ciclónico durante la realización de las mediciones directas, de acuerdo a lo establecido en los métodos y procedimientos de medición aplicables.
- Plataformas seguras para realizar la toma de muestra
- Acceso seguro a las plataformas de toma de muestra
- Servicios para los equipos de toma de muestra y análisis

VERSION NO APROBADA

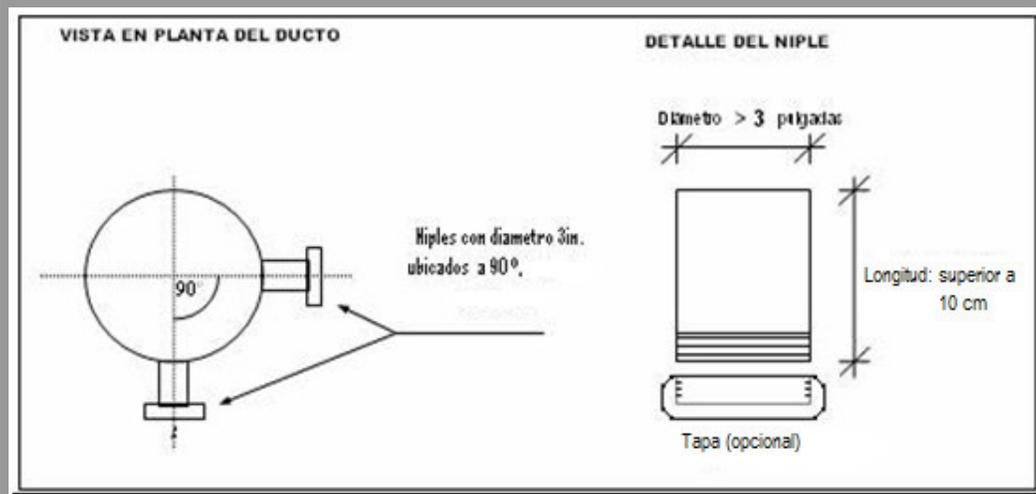
**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

En este sentido, en la Tabla 3 se presentan las instalaciones que deberán tener todas las fuentes fijas que realicen descargas contaminantes a la atmósfera, en los ductos o chimeneas para la realización de mediciones directas, de manera que se garanticen las condiciones adecuadas para obtener una medición representativa.

Tabla 3. Instalaciones mínimas para la realización de mediciones directas

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Puestos de toma de muestra	<p>El diámetro interno del niple (puerto) debe ser superior a 3" con el fin de permitir que la sonda empleada en la medición pueda ser ingresada a la chimenea sin ningún tipo de restricción. En los casos en los que se vaya a determinar PM-10 el diámetro del niple deberá ser por lo menos de 6". La longitud de los niples ubicados en la chimenea debe ser de mínimo 10 cm, además los niples cuenten con una tapa para impedir el ingreso de elementos que modifiquen las condiciones físicas internas del ducto y que además puedan ser retiradas fácilmente al momento de la medición, dicha tapa debe ser revisada y lubricada periódicamente para evitar que se adhiera al niple, ocasionando problemas al momento de la medición.</p> <p>Los puertos de toma de muestra deben ubicarse formando un ángulo de 90° uno con respecto al otro, con el objetivo de caracterizar la chimenea transversalmente y distribuir los puntos de toma de muestra en dos direcciones diferentes. Adicionalmente se debe verificar que los bordes internos de los puertos coinciden con el diámetro interno de la chimenea y no interfieren con el flujo de los gases de salida.</p> <p>Se debe garantizar que la chimenea o ducto se encuentre libre de flujo ciclónico. La construcción de la chimenea o ducto debe garantizar condiciones de flujo no ciclónico a condiciones de carga baja y/o condiciones de carga máxima.</p>

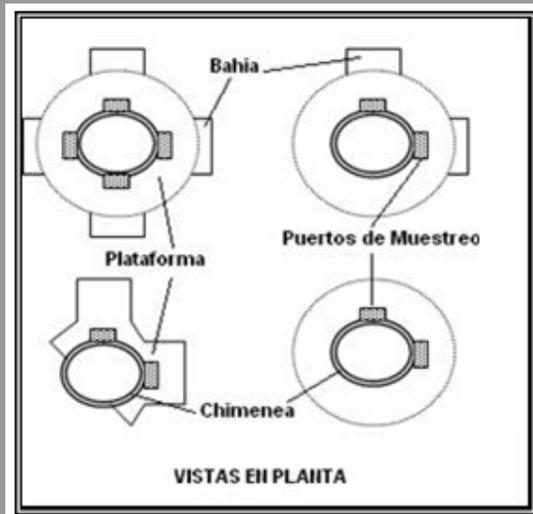
Esquema de la ubicación y dimensión de los puertos de toma de muestra (Niples)



Las dimensiones y ubicación de la plataforma, debe permitir que exista una distancia mínima de 1.0m entre el equipo que se utilice para la medición y los obstáculos más cercanos tales como paredes o columnas, entre otros. Lo anterior con el fin de contar con un área libre para la ubicación del tren de toma de muestra y la manipulación del

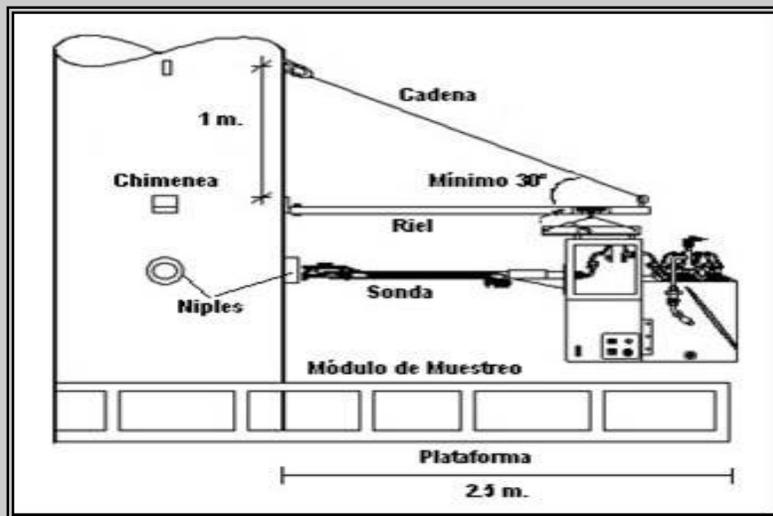
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Plataforma segura de medición	<p>mismo.</p> <p>En los casos en los que por las condiciones de los obstáculos cercanos no se pueda garantizar una distancia superior a 1.0m, se deberá utilizar una sonda y extensión flexibles para el desarrollo de la medición.</p> <p>La plataforma deberá contar con piso y escaleras firmes y antideslizantes que soporten el peso de al menos tres (3) personas y el equipo de toma de muestra. Esta plataforma deberá estar instalada de manera permanente.</p> <p>Se aceptarán plataformas temporales siempre y cuando al ser ubicadas en el sitio para el muestro garanticen que se cumple con los criterios establecidos anteriormente para plataformas seguras de medición.</p> <p>La plataforma o la zona de medición deben contar con un suministro de energía de 110V con polo a tierra y protección necesaria para evitar cortos y choques eléctricos.</p> <p>La base de la plataforma deberá estar a una distancia vertical de los puertos o niples, que permita maniobrabilidad de los equipos y los dispositivos de toma de muestra.</p> <p>Cuando por las condiciones del punto de descarga, la plataforma se tenga que ubicar a una altura igual o superior a 25m, se debe acondicionar un área de descanso ó bahía para movilizar el equipo con mayor seguridad.</p> <p>Para el transporte de los equipos desde el suelo hasta la plataforma se puede utilizar un sistema tipo "polea" que permita transportarlos de manera segura, siempre y cuando se garantice que el sistema soporta el peso del equipo y de los dispositivos que hacen parte del mismo.</p> <p>A continuación se muestran cuatro tipos de plataforma que pueden y las medidas que debe tener cada una de ellas, cuando las condiciones del sitio así lo permitan:</p>

Tipos de Plataforma de Toma de muestra.



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Acceso seguro a plataforma de toma de muestra	<p>Debe contar con escaleras resistentes y antideslizantes para el acceso del personal encargado de la medición y de los equipos y contar con instrumentos que permitan la instalación adecuada de los instrumentos de medición.</p> <p>Adicionalmente, se debe tener en cuenta las medidas de seguridad industrial y salud ocupacional establecidas por el operador o propietario, en cuanto al uso de elementos de protección personal (Casco rígido, gafas y calzado de seguridad y protección auditiva, entre otros)</p>
Ducto ó chimenea	<p>El diámetro mínimo de la chimenea deberá ser de 0,30m. En caso contrario se deberá aplicar el método 1A de la EPA.</p> <p>Para chimeneas con un diámetro interno superior a 2,5 m se debe disponer de 4 puertos de toma de muestra, a menos que se cuente con condiciones de anclaje y sonda de 11 ft que permita realizar la medición con dos puntos de toma de muestra.</p> <p>El ducto o chimenea, sea circular o rectangular, debe contar con dispositivos de anclaje de la guaya o cadena que soporta el tren de toma de muestra. Estos dispositivos deben estar ubicados como mínimo a 1m de la parte central del niple en dirección vertical hacia arriba; se requiere un dispositivo por cada niple con el fin que el tren de toma de muestra pueda ser desplazado a cada uno de los puertos de toma de muestra durante el monitoreo, tal y como se muestra en la siguiente figura.</p> <p>Cuando por las condiciones del proceso que genera la emisión, esta transfiera energía calórica a las paredes del ducto, se deberá revestir este con materiales aislantes de temperatura para facilitar el desarrollo de la medición.</p>

Esquema del ducto y soporte para el equipo de toma de muestra



ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Instalaciones para equipos de toma de muestra y análisis	<p>El operador o propietario de la fuente fija en la cual se realice la medición directa debe facilitar un área limpia para la preparación de los equipos empleados en el procedimiento manual.</p> <p>Cuando se empleen sistemas de monitoreo continuo de emisiones, se debe destinar un espacio para la instalación de los analizadores, la realización de la calibración, el sistema de adquisición y procesamiento de datos y para el personal encargado de la operación del sistema.</p>

1.2 Balance de masas

El balance de masas hace referencia a la cuantificación de emisiones por balance de materia y energía y en ocasiones por las características del proceso industrial es el único método para la cuantificación de emisiones que se puede emplear. Por ejemplo, en las actividades industriales que manufacturan o emplean en sus procesos compuestos orgánicos volátiles, especialmente, cuando las emisiones se producen de manera fugitiva, este procedimiento de evaluación se convierte en la primera alternativa para cuantificar la emisión de contaminantes.

A través de la aplicación del método de balance de masas se representan las entradas y salidas de un sistema con el fin de estimar de manera indirecta la emisión de sustancias contaminantes a la atmósfera, es decir, las emisiones que se producen y pueden cuantificarse para periodos de tiempo prolongados. El balance de masas es muy utilizado en situaciones donde se presentan reacciones químicas, siendo apropiados en situaciones donde se pierde determinada cantidad de material por liberación a la atmósfera.

Para la evaluación de emisiones a través de la utilización de balance de masas, es necesario incluir todo el proceso productivo, el cual está constituido por una o varias operaciones unitarias o procesos unitarios. A su vez, una operación o proceso unitario puede desarrollarse en varias etapas, aunque una sea la más visible y a su vez la más representativa de ellas o se observe como un único sistema. Por lo anterior, es importante identificar todas las operaciones y sus interrelaciones, con el fin de reflejar fielmente todo lo que ocurre en el proceso, por lo cual se debe esquematizar mediante un diagrama de flujo del proceso. Si las operaciones son complejas, se pueden identificar por separado con el detalle que sea requerido (a través de diagramas de flujo o bloques). Durante la identificación de las operaciones unitarias, se deben incluir las operaciones complementarias o de soporte, tales como limpieza, almacenamiento y preparación de tanques, entre otras.

Los balances de masas se deben utilizar en situaciones donde un alto porcentaje de los materiales se pierde en el aire, por ejemplo el contenido de azufre del combustible o la pérdida de solvente en un proceso incontrolado de recubrimiento. Por otra parte, son inapropiados cuando el material es químicamente combinado o consumido en el proceso, o cuando las pérdidas de materiales en la atmósfera representan una pequeña porción, con respecto a los materiales que ingresan al proceso. Por esta razón, los balances de masas no son aplicables para la determinación de material particulado. Lo anterior significa que aquellas actividades que de acuerdo con lo establecido en el presente protocolo no puedan realizar medición directa para la evaluación de sus emisiones de acuerdo con lo establecido en la introducción del presente

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Capítulo y teniendo en cuenta lo establecido en el artículo 76 de la Resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, deben monitorear material particulado, deberán realizar la evaluación de este contaminante por medio de la aplicación de factores de emisión.

1.2.1 Información necesaria para evaluar emisiones por el método de balance de masas

Para estimar la emisión de contaminantes a la atmósfera por medio del método de balance de masas, se deben tener en consideración diferentes actividades, las cuales se presentan y desarrollan a continuación.

1.2.1.1 Información general de la fuente fija

Es necesario describir las actividades que se realizan y obtener la información necesaria para identificar y clasificar la fuente fija de acuerdo con lo establecido en la Resolución 909 de 2008 o al que la adicione, modifique o sustituya.

1.2.1.2 Descripción de las instalaciones

Se debe realizar una descripción detallada del proceso productivo, incluyendo una breve explicación de las actividades realizadas (lo cual se puede realizar a través de un plano de distribución de planta), de los parámetros de emisión y de las chimeneas (si aplica).

1.2.1.3 Información del proceso o procesos que generan emisiones

Para obtener la información sobre los procesos que generan emisiones, se debe utilizar un diagrama de flujo del proceso y la descripción de los procesos que se están analizando. Es necesario incluir todos los equipos y procesos unitarios que hacen parte de la actividad que genera la emisión de los contaminantes y los equipos de control de emisiones al aire que se utilizan en el proceso. Adicionalmente, se deben incluir variables del proceso como materias primas e insumos utilizados, la máxima tasa de operación de los equipos, las tasas normal y promedio de operación, la caracterización del combustible que utiliza (si aplica), la tasa de alimentación del combustible (si aplica) y las horas de operación diarias, semanales y mensuales. En caso tal que el proceso se realice por lotes o cochadas (tipo batch), es necesario suministrar información sobre la duración y el número de lotes por día.

1.2.1.4 Descripción de la fuente o fuentes de emisión

Se debe describir detalladamente la fuente de emisión, comenzando por las generalidades del sector, según referencias bibliográficas nacionales o internacionales, incluyendo una explicación detallada de la fuente de emisión de acuerdo a lo establecido en la ficha técnica del equipo. Además, es necesario explicar los procesos productivos y los mecanismos mediante los cuales se generan las emisiones.

1.2.1.5 Organización del procedimiento para la estimación de emisiones

La evaluación de emisiones por el método de balance de masas se debe desarrollar con la misma rigurosidad que demanda una medición directa. En este sentido, un balance de masas se define como la verificación de la igualdad cuantitativa de masas que debe existir entre los insumos de entrada y los productos, subproductos y residuos de salida. El balance de masas es

VERSION NO APROBADA

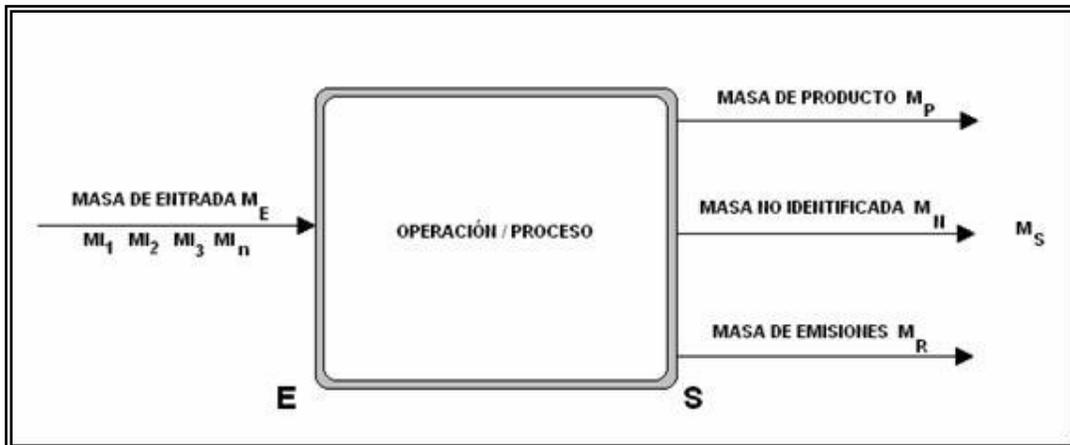
**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

aplicable tanto a un proceso como a cada una de las operaciones unitarias, por lo tanto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Identificar las operaciones unitarias, que originan cambios o transformaciones en las propiedades físicas de los materiales.
- Identificar las operaciones unitarias, que originan cambios o transformaciones por medio de reacciones químicas.
- Delimitar los límites físicos de los procesos unitarios, cuando las líneas de producción están bien diferenciadas, o imaginarios, cuando existen varias líneas en un mismo espacio cerrado.
- Delimitar los límites de las operaciones unitarias, de una manera similar a la delimitación de los procesos unitarios.
- Identificar las entradas y salidas del proceso, lo cual se debe realizar a través de un diagrama de flujo del proceso. En sistemas de producción complejos, donde existan varios procesos independientes, se puede preparar un diagrama general, mostrando todos los procesos, cada uno representado por un bloque y preparar diagramas de flujo para cada proceso individual, indicando en detalle sus operaciones unitarias, procesos unitarios y los equipos utilizados en cada uno de ellos.
- Cuantificar las entradas o insumos, teniendo en cuenta que todos los insumos que entran a un proceso u operación, salen como productos y/o como residuos, vertimientos o emisiones. Los insumos de entrada a un proceso u operación unitaria pueden incluir además de materias primas, materiales reciclados, productos químicos, agua, aire y otros posibles insumos.
- Cuantificar las salidas como productos, subproductos o residuos.
- Realizar el balance de masas, teniendo en cuenta que la suma de todas las masas que entran en un proceso u operación, debe ser igual a la suma de todas las masas que salen de dicho proceso u operación (es decir, la suma de masas de los productos, residuos y de todos los materiales de salida no identificados).

Se deben indicar los puntos de entrada y salida del sistema donde se realice el balance, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de entradas y salidas de un sistema para la evaluación por balance de masas.



VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Donde:

$$M_E = M_{I_1} + M_{I_2} + M_{I_3} + M_{I_N}$$

$$M_S = M_P + M_R + M_N$$

$$M_E = M_S$$

M = Masa

E = Entrada

S = Salida

I = Insumo

M_P = Producto

M_R = Residuo / Emisiones / Vertimiento

M_N = No identificado

M_S = Salida total del proceso

1.2.1.6 Caracterización y análisis

Durante la elaboración del balance de masas es necesario recolectar información de las variables de los procesos, para lo cual se debe incluir como mínimo:

- Información relacionada con los sistemas de caracterización del proceso (Temperatura, presión, consumo de materias primas e insumos, entre otros).
- Información relacionada con los sistemas de análisis, tales como los instrumentos de laboratorio utilizados y duración de la campaña de recolección de datos (fecha de inicio y finalización).

1.2.1.7 Descripción de los equipos y otros elementos

En esta sección se hace referencia a los equipos, dispositivos y otros elementos relacionados con el proceso o actividad que generan las emisiones contaminantes. Se debe incluir cuando menos la información relacionada con las condiciones de operación de los equipos o procesos durante el desarrollo del estudio, así como las condiciones de operación de los dispositivos de control de emisiones durante el análisis, incluyendo el rango de operación (porcentaje de la capacidad de diseño) y la eficiencia a la cual los equipos se encuentran operando durante el estudio.

1.2.1.8 Identificación de los sitios de toma de muestra

Se debe describir y definir claramente la ubicación de los equipos asociados a la generación de emisiones atmosféricas por medio de un plano que detalle las líneas de producción directamente relacionadas con la generación de dichas emisiones.

1.2.1.9 Procedimiento de control de calidad

Se debe describir la frecuencia y procedimientos de calibración de los equipos y elementos de medición que se emplean durante el desarrollo del estudio, para lo cual se debe contar con copia de los certificados y las curvas de calibración.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

1.2.1.10 Revisión bibliográfica

Se deben reportar todas las fuentes bibliográficas utilizadas para la elaboración del balance de masas y para el análisis del proceso.

1.3 Factores de emisión

Un factor de emisión es la relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad o del proceso, tales como el consumo de energía, el consumo de materia prima, el consumo de combustible, las unidades de producción, el calendario de operación, el número de dispositivos o las características de estos, entre otros. El uso de los factores de emisión es apropiado cuando los materiales que se emplean se consumen o combinan químicamente en los procesos o cuando se producen bajas pérdidas de material por liberación a la atmósfera, en comparación con las cantidades que se tratan en el proceso. Los factores de emisión representan valores promedio de un rango de tasas de emisión, es decir, que en algunos casos las emisiones de la actividad variarán con respecto al resultado del factor de emisión, dependiendo de los valores que se utilizan para el análisis.

Los factores de emisión que se deben utilizar por parte de aquellas fuentes que deban realizar la evaluación de sus emisiones por este método, son los establecidos en el documento AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors (US-EPA, 1995a) el cual contiene los factores de emisión definidos en Estados Unidos para una gran cantidad de actividades. Los factores de emisión que se incluyen en este documento se agrupan en quince (15) capítulos, cada capítulo cuenta con secciones, subsecciones, y sub-subsecciones, inclusive, para exponer los factores de emisión por fuentes o procesos industriales específicos.

Sin embargo, cuando se cuenten con factores de emisión locales adoptados por las Autoridades Ambientales dentro del ámbito de su competencia, se utilizarán en reemplazo de los factores de emisión establecidos en el documento AP-42.

1.3.1 Información necesaria para evaluar emisiones por factores de emisión

La evaluación de emisiones a través de factores de emisión debe contener la misma información establecida en la estimación mediante balance de masas, pero se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones.

1.3.1.1 Identificación de las fuentes de emisión

Es necesario realizar una amplia descripción de las fuentes de emisión teniendo en cuenta las variables que afectan la emisión, en especial se deben tener en cuenta las características de las siguientes fuentes:

- Construcción y demolición de edificaciones
- Manejo de materiales: Apilamiento, transferencia de materiales, beneficio de materiales
- Superficie de vías pavimentadas: Calles, autopistas y zonas de parqueo
- Superficie de vías no pavimentadas: Carreteras, calles, vías y zonas de parqueo
- Erosión eólica en zonas destapadas: Zonas de apilamiento de materiales y demás zonas destapadas.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

La existencia de las fuentes listadas anteriormente debe ser tenidas en cuenta a una distancia de 0.8 Km en todas las direcciones con respecto a la fuente de emisión.

1.3.1.2 Nivel de actividad

Es una medida del nivel real del tamaño o del nivel real del proceso o instalación que se utiliza para afectar el factor de emisión para fuentes que no están controladas. Para fuentes de emisión de procesos industriales, corresponde a la tasa de producción (por ejemplo: masa de producto por unidad de tiempo). En fuentes de área que involucran procesos continuos, o por lotes o cochadas (tipo batch), es la cantidad de material transferido. Para otras actividades puede ser el área superficial que se puede alterar por fuerzas mecánicas o por el viento. Si la fuente de emisión cuenta con un sistema de control, el factor de emisión debe afectarse por el término adicional que refleja la fracción de control.

1.3.1.3 Estimación de las emisiones

Se debe realizar una descripción y justificación del factor de emisión seleccionado y utilizado, la fuente, y los estándares de emisión que le aplican a la actividad.

1.3.2 Desarrollo de factores de emisión

El primer paso para realizar una evaluación por factores de emisión involucra la evaluación de información de las fuentes y recolección de datos del proceso. Estas actividades requieren que el operador o propietario de la fuente fija suministre la información necesaria para realizar el análisis: Dicha información dependerá del factor de emisión seleccionado y puede hacer referencia al consumo de combustible, la masa o volumen de compuestos contenidos en el combustible o el poder calorífico del mismo, entre otros.

Posteriormente, se debe verificar tanto la calidad y suficiencia de los datos recolectados para la determinación del cumplimiento, como el procedimiento aplicado para el cálculo de los valores y la generación de los factores de emisión.

1.3.2.1 Recolección de datos y cálculo de la incertidumbre

El proceso de recolección de datos debe proporcionar la información suficiente para calcular los factores de emisión y la incertidumbre asociada a estos, se debe contar además con una exacta caracterización de la fuente (dispositivos de control, tasa de capacidad del equipo y fabricante del mismo).

La incertidumbre en los datos obtenidos de una fuente se da como resultado de la inexactitud de la instrumentación y errores en los procedimientos de las pruebas, mientras que la incertidumbre en la información de los procesos es causada por la inexactitud e imprecisión de la cuantificación de las variables del proceso.

A continuación se presenta una lista de los datos e información necesaria para caracterizar la fuente y el proceso para la elaboración y desarrollo de factores de emisión:

- Descripción y nombre del proceso

- Capacidad nominal de los equipos del proceso
- Tipo y consumo de combustible
- Materias primas utilizadas en el proceso
- Capacidad instalada de operación de la planta
- Capacidad de operación de la planta al momento de la evaluación
- Dispositivos de control y sus correspondientes parámetros de operación
- Vida útil de los dispositivos de control
- Frecuencia con la cual se realiza el mantenimiento preventivo de los equipos y los correspondientes sistemas de control
- Descripción del último mantenimiento desarrollado a los equipos y a los correspondientes sistemas de control (en caso de tenerlos)
- Cambios que se hayan presentado en el proceso o en los sistemas de control durante la evaluación
- Contaminantes monitoreados y descripción de los métodos utilizados durante la evaluación
- Deficiencias y/o desviaciones en el procedimiento de evaluación
- Número y duración de las corridas de la evaluación

1.3.2.2 Aspectos que pueden afectar la aplicación de factores de emisión

1.3.2.2.1 Materias primas e insumos

Se deben analizar los datos relacionados con las variaciones en las cantidades y la composición de las materias primas e insumos utilizados en el proceso, puesto que dichas variaciones alteran la concentración de las emisiones como la composición específica de las mismas. Adicionalmente, las materias primas e insumos pueden variar en el mismo proceso unitario. Por ejemplo, la generación de dióxido de azufre en planta productoras de ladrillos depende del contenido de azufre que tengan algunas materias crudas; las investigaciones muestran que en algunas zonas el contenido de azufre en la tierra es inconsistente y varía, con lo cual también se presenta variación de las emisiones. Por lo anterior, es necesario que se conozca la caracterización de las diferentes materias primas e insumos utilizados en el proceso al cual se le aplicara factor de emisión, con el fin de conocer las posibles razones de desviación de las condiciones normales de operación.

1.3.2.2.2 Proceso de Producción

La fuente fija puede tener un efecto significativo en el nivel de concentración de las emisiones contaminantes. Por ejemplo, una emisión incontrolada de material particulado a través de torres de lechos fluidizados es más alta que aquella proveniente de lechos no fluidizados, cuando se generan en actividades de agricultura. Además, algunos procesos de producción que tienen actividades continuas pueden envolver diferentes pasos, que deben ser contemplados en la aplicación de factores de emisión.

Se requiere especificar si se han realizado modificaciones en los equipos con respecto al último estudio de emisiones.

1.3.2.2.3 Parámetros de producción

La fabricación de productos puede involucrar parámetros de operación como temperatura, presión, tiempo de residencia, entre otros. Cada uno de los cuales puede afectar la concentración de la emisión. Por ejemplo, variaciones en los caudales de emisión en un horno de fundición de vidrio son atribuidos en parte, a la variación de las temperaturas de operación.

Por lo anterior, se deben anexar datos de los parámetros de operación del proceso, tales como temperatura, presión, razón de consumo de combustible, entre otros.

1.3.2.2.4 Condiciones de los equipos generadores de emisiones atmosféricas

Algunos equipos generadores de emisiones atmosféricas podrían no estar en las condiciones adecuadas de operación, lo cual dependerá entre otras consideraciones de la antigüedad de los equipos y de las frecuencias de mantenimiento tanto preventivas como correctivas.

Por lo anterior, se requiere que se anexe la hoja de vida de los equipos, en donde se especifique la rutina de mantenimiento preventivo y correctivo de los mismos.

1.3.2.2.5 Condiciones ambientales

Cuando las fuentes están localizadas en sitios al aire libre durante algunas épocas del año en donde se presenten cambios en la temperatura ambiente (verano e invierno), las características de la emisión pueden verse afectadas ya que en el segundo de los casos la temperatura máxima de la llama puede disminuir y modificar las condiciones de la emisión del contaminante.

Se requiere que se especifiquen las condiciones ambientales bajo las cuales se encuentra operando el equipo o los equipos que hacen parte del proceso que será evaluado por medio de factores de emisión y si existen diferencias entre las emisiones en los diferentes cambios de temperatura (verano e invierno).

Además de los anteriores aspectos, existen otros que tienen significancia en el desarrollo de una evaluación de emisiones atmosféricas por medio de factores de emisión, y por ende se deberán conocer y controlar. En este sentido, a continuación se presentan otras consideraciones que se requiere sean tenidas en cuenta:

- Comportamiento del combustible durante el calentamiento del mismo
- Porcentaje de oxígeno utilizado para la combustión
- Nivel de potencia del sistema
- Tipo de almacenamiento del combustible
- Tamaño de las partículas del combustible (para combustibles sólidos: carbón)
- Tipo de alimentación del combustible
- Calidad del combustible
- Sistema de alimentación del combustible

Adicionalmente, en el proceso de desarrollo de factores de emisión se debe tener en cuenta el nivel de confianza de los datos, el cual asegurará la exactitud y precisión de los factores de emisión de un lugar determinado. Este nivel de confianza se basa en la documentación de

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

soporte del análisis de información que se proporcione en relación con la fuente y la información referente a errores e incertidumbres asociados con las comprobaciones de emisiones y la historia de datos del proceso. Por otra parte, se debe definir los datos de incertidumbre y los errores asociados a las mediciones realizadas durante la prueba; por ejemplo la presión de velocidad o volumen de la muestra y otros factores cuantificables como chequeos o actividades de recolección de la muestra. Teniendo en cuenta esos factores se podrá determinar el impacto de los mismos en la exactitud de los datos obtenidos en la evaluación de la fuente.

El proceso de análisis de información y la incertidumbre, también tienen un impacto en la exactitud de los datos arrojados por el uso de factores de emisión.

Cuando la evaluación de la incertidumbre de las emisiones y el procesamiento de la información propia de la incertidumbre, se combinan, se genera un rango de valores para los factores de emisión que son asumidos dentro del nivel más alto y el más bajo para el caso del periodo que se esté evaluando.

Como se puede observar, existen dos grupos de datos que deben ser considerados en los cálculos de los factores de emisión. El primer grupo consiste en aquellos valores que son explícitamente necesarios para el cálculo por medio de la ecuación (por ejemplo el volumen). El otro grupo consiste en aquellos factores que pueden afectar la medición, pero que no son incluidos explícitamente en el cálculo de las emisiones. Este procedimiento puede ser usado para calcular los límites superior e inferior de las incertidumbres de las mediciones.

En los casos en los que se apliquen factores de emisión o balance de masas para la estimación de las emisiones se debe sistematizar el proceso de captura de información y cálculo, mediante el uso de modelos computarizados para facilitar la obtención de información libre de errores por el manejo de unidades y dispositivos, entre otros. Estas herramientas generalmente utilizan una base de datos de información básica con constantes universales, propiedades físicas y propiedades químicas que simplifican el cálculo, requiriendo solamente datos propios de la fuente.

Adicionalmente, el modelo puede emplear información mixta, es decir, proveniente del balance de masas y factores de emisión, obtenida de estudios puntuales para la determinación de la concentración de las emisiones contaminantes.

1.4 Uso simultáneo de procedimientos de medición

Como se expresó en la parte inicial de este capítulo, es posible aplicar más de un procedimiento de medición con el fin de determinar la confiabilidad de los valores obtenidos de los valores de las emisiones contaminantes. En este sentido, los modelos computarizados realizan cuantificación de la emisión en línea o en tiempo real, sin embargo, por tal condición no se deben confundir con los sistemas de monitoreo continuo de emisiones (CEMS en inglés), pues estos sistemas están orientados a monitorear continuamente una o varias variables que están asociadas a la emisión de uno o varios contaminantes, estimando o determinando de manera indirecta la emisión de contaminantes. Estos sistemas deben calibrarse periódicamente comparando resultados de la medición directa del contaminante y la variable de control del proceso, en cualquier caso se debe demostrar la certeza de la información para aceptar el método. Estos sistemas reciben el nombre de sistemas de predicción continua de la emisión de contaminantes (SPCEC) y deben ser usados en procesos donde existe un conocimiento y control

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

de los mismos. No es aplicable a las actividades de incineración de residuos o cremación, donde el material introducido cambia constantemente.

Los modelos computarizados pueden ser aplicados para la determinación de la concentración de los contaminantes por medio de factores de emisión, balance de masas o simultáneamente para estos dos procedimientos. De acuerdo con lo anterior, el nivel de certeza o aceptabilidad de la información proporcionada por estas herramientas es Medición directa, Sistemas de Monitoreo Continuo de Emisiones CEMS, balance de masas, modelos computarizados por balance de masas, factores de emisión, modelos computarizados por factores de emisión y modelos computarizados mixtos (Balance de masas – Factores de Emisión).

2. ESTUDIOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

De acuerdo con lo establecido en el artículo 77 de la resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, el presente capítulo establece las consideraciones que se deben tener en cuenta para la elaboración de los estudios de emisiones atmosféricas, los cuales son requeridos por la autoridad ambiental para establecer el cumplimiento de los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire, así mismo para identificar el tipo, la concentración y el impacto de los contaminantes emitidos por las diferentes actividades que se encuentran ubicadas dentro de su jurisdicción. La información que se obtiene en estos estudios puede ser utilizada para evaluar la necesidad, en caso de requerirse, de la instalación de uno o varios sistemas de control de emisiones en el proceso o instalación, actualizar el inventario de fuentes fijas de la autoridad ambiental, apoyar la gestión del control de la contaminación atmosférica, y establecer acciones a desarrollar para lograr la descontaminación atmosférica de áreas afectadas, entre otros.

Para el caso de instalaciones nuevas, estas tendrán seis (6) meses contados a partir de su entrada en operación para realizar la medición de sus emisiones y deberán cumplir con la consideración del 90% del promedio de operación de esos seis (6) meses.

Todas las fuentes fijas deberán entregar los estudios de emisiones atmosféricas de acuerdo con la frecuencia con la cual le corresponda realizar la medición de sus emisiones, según lo establecido en el presente protocolo.

2.1 Planeación del estudio de emisiones

El informe previo del estudio de emisiones debe ser preparado con la suficiente anterioridad, para que pueda ser enviado con fines informativos por parte del operador o propietario de la fuente fija a la autoridad ambiental competente, como mínimo treinta (30) días calendario, previos a la fecha de realización del mismo, indicando la fecha y hora exactas en las cuales se realizará el estudio de emisiones y con la información a que hace referencia este protocolo, sin embargo, no será necesaria la presencia de la autoridad ambiental para la realización del estudio de emisiones por parte del operador o propietario de la fuente fija. El estudio que se envíe a la autoridad ambiental deberá estar en idioma español. Adicionalmente, en los casos en los que se realicen modificaciones a la fecha establecida inicialmente, se deberá informar previamente a la Autoridad Ambiental dicha modificación. Este informe debe contener cuando menos la siguiente información:

- El o los objetivos de la realización del estudio de emisiones atmosféricas
- Una declaración que certifique que los métodos y procedimientos que se utilizarán para el desarrollo de la evaluación de emisiones son los adoptados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, incluyendo el nombre del método y de acuerdo con lo establecido en el artículo 73 de la resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, en caso de ser necesario los procedimientos alternativos que se aplicarán, siempre y cuando estos se encuentren establecidos dentro de los métodos aprobados
- Fecha en la cual se realizará la evaluación de las emisiones
- Nombre de la persona representante de la actividad objeto de vigilancia y control y el responsable del desarrollo de la evaluación de emisiones

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

- Empleo de tiempos y volúmenes mínimos de toma de muestra de acuerdo a lo establecido en el presente protocolo (para el caso de medición directa)
- Descripción del ó los procesos que serán objeto de la evaluación, incluyendo los equipos asociados, la cantidad y caracterización de las materias primas, el tipo y consumo de combustible
- Para el caso de balance de masas o factores de emisión, las variables del proceso tenidas en cuenta para el análisis de las emisiones
- Nombre de la empresa consultora acreditada por el IDEAM que realizará el estudio de emisiones.

Cuando los métodos, procedimientos, elementos de toma de muestra, equipos, métodos de análisis de laboratorio, entre otros, sean diferentes a los adoptados por el IDEAM, la autoridad ambiental competente invalidará los resultados del estudio de emisiones por falta de representatividad en la toma de muestra o análisis de laboratorio y solicitará un nuevo estudio de emisiones.

2.2 Perfil del personal

Teniendo en cuenta que el desarrollo de un estudio de emisiones atmosféricas, por cualquiera de los procedimientos de evaluación definidos anteriormente, es un proceso complejo que requiere de personal especializado en el tema, a continuación se describen los perfiles profesionales del grupo de trabajo que debe realizar el estudio de evaluación de emisiones atmosféricas.

En todo caso, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) conjuntamente con el SENA o cualquier otra entidad de enseñanza, deberán adelantar los mecanismos de certificación por competencias laborales para cada uno de los perfiles personales que a continuación se presentan. Este requerimiento será establecido por el IDEAM en el proceso de acreditación del laboratorio ambiental.

2.2.1 Coordinador de grupo

Profesional en cualquiera de las ramas de ingeniería, con conocimientos en mecánica de fluidos. Adicionalmente, con conocimientos de los fenómenos de contaminación atmosférica, y con la capacidad de realizar análisis de procesos industriales. El coordinador del grupo será el encargado de realizar las labores de comunicación y direccionamiento del personal que representa la fuente fija que genera la emisión, con el objeto de garantizar que las condiciones de operación de la fuente se mantengan de manera estable durante el periodo de tiempo en el cual se realice la medición, también debe registrar las condiciones de operación de la fuente y de los sistemas de control de emisiones existentes. Debe estar en capacidad de decidir sobre la continuidad o no de la labor de toma de muestra, en especial cuando no existan condiciones mínimas para la realización del mismo, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el presente documento.

Cuando la evaluación se realice por el método de balance de masas o factores de emisión, será el encargado de verificar la veracidad de los datos obtenidos del proceso durante el análisis, así como de evaluar las variables que serán incluidas en el estudio.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

Finalmente, el coordinador del grupo será la persona encargada de firmar el informe final conjuntamente con el operador o propietario de la fuente fija, que sea entregado a la autoridad ambiental.

2.2.2 Operador del equipo

Se deberá contar por lo menos con un técnico con conocimientos de mecánica de fluidos y de la fuente o proceso que se evalúa y que demuestre una experiencia en el uso de los equipos y/o dispositivos utilizados para realizar el estudio de evaluación de emisiones atmosféricas.

En caso de ser necesaria la recuperación de muestras para análisis en laboratorio, se debe contar con un profesional en química, química farmacéutica, ingeniería u otras profesiones afines a esta o técnico o tecnólogo en área afines a la química o la ingeniería, con capacidad para operar los equipos y aplicar los métodos de evaluación.

Cuando la evaluación sea realizada por el método de balance de masas y/o factores de emisión no se requiere un operador del equipo.

2.2.3 Auditor o inspector

Labor desempeñada por un profesional, de cualquier rama, que tenga conocimientos en sistemas de control de calidad y auditoría de los mismos. Debe verificar las memorias de cálculo y realizar la validación de los datos e información, revisión del informe y análisis de los resultados. Esta labor se realiza en interacción con el coordinador de grupo y el operador del equipo. Debe verificar que las labores realizadas puntualmente en la medición directa, correspondan con lo recomendado técnicamente y lo establecido en el presente protocolo.

2.2.4 Asistente

Ayudante de campo con capacidad para realizar las labores de transporte de materiales, equipos, o la consecución de datos según aplique para cada procedimiento. Además de realizar actividades que requiera el operador del equipo o el coordinador del grupo.

El equipo de trabajo encargado de realizar el estudio, deberá estar conformado por las personas que cumplan con los perfiles anteriormente descritos y será el mínimo requerido para conformar un sistema de control de calidad. Sin embargo, las funciones del personal requerido pueden ser realizadas por tres (3) personas. En todo caso el auditor o inspector no podrá realizar las labores de medición.

2.3 Informe del estudio de emisiones atmosféricas

El informe del estudio de emisiones atmosféricas debe ser entregado a la autoridad ambiental cada vez que se realice una evaluación de las emisiones. Dicho informe deberá contener la información que se muestra en el presente capítulo y las demás consideraciones que se establecen en este protocolo. En caso contrario el estudio no será aprobado por parte de la autoridad ambiental.

Así mismo, se establece una diferenciación entre la información general del proceso que debe ser entregada en el primer estudio de emisiones, frente a los posteriores que sean entregados a

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

la autoridad ambiental competente. Para el caso del primer informe del estudio de emisiones, se deberá anexar el formato que se presentan en el ANEXO 3, el cual establece información con la cual el operador o propietario de la fuente fija hace entrega del informe de evaluación de emisiones.

Para estudios posteriores no será necesaria la entrega de la información relacionada con la descripción del establecimiento, el proceso productivo, la fuente de emisión, siempre y cuando estos no hayan sido objeto de modificación desde la fecha de realización del último estudio. En todo caso la autoridad ambiental competente podrá en cualquier momento solicitar y verificar esta información para el desarrollo de evaluaciones futuras de las emisiones contaminantes generadas por la actividad. En el

ANEXO 5 se presenta la información que debe ser entregada por el operador o propietario en este caso.

El informe original del estudio de emisiones deberá ser enviado a la autoridad ambiental dentro de los treinta (30) días calendario, siguientes a la fecha de su realización. Para el caso de actividades que deban realizar monitoreo de Dioxinas y Furanos, el informe del estudio de emisiones deberá ser entregado dentro de los noventa (90) días calendario, siguientes a la fecha de realización del estudio. Si el operador o propietario de la fuente fija detecta posteriormente que se remitieron datos erróneos a la autoridad ambiental, deberá enviar a esta última un original de los numerales modificados, explicando la razón por la cual se está realizando la corrección de los mismos.

Tanto el informe original como las aclaraciones o correcciones posteriores que se entreguen a la Autoridad Ambiental deberán contener las firmas del encargado del estudio por parte de la fuente fija y del representante de la empresa consultora o de quien haya realizado la evaluación de las emisiones

2.3.1 Estructura del informe del estudio de emisiones atmosféricas

El informe estudio de emisiones atmosféricas que se envíe a la autoridad ambiental debe contener cuando menos la información que se presenta a continuación:

2.3.1.1 Resumen ejecutivo

Se debe presentar un resumen inicial en donde se establezca de manera breve el contenido del estudio de emisiones atmosféricas, especificando la fuente fija muestreada, el tipo de combustible, los contaminantes medidos, los estándares de emisión admisibles aplicables a la actividad objeto de estudio, los métodos utilizados y los principales resultados obtenidos.

2.3.1.2 Introducción

Esta sección debe incluir el nombre de la persona natural o jurídica de la fuente fija que está presentando el informe, el nombre del representante legal de la misma, la localización geográfica, los contaminantes que serán monitoreados, las normas y estándares de emisión admisibles aplicables a la actividad industrial o de servicio, según lo establecido en la resolución 909 de 2008 o la que la modifique, adicione o sustituya y una explicación concisa de los objetivos del estudio de emisiones.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

2.3.1.3 Descripción del proceso o instalación

La descripción del proceso o instalación en el cual se realizará el estudio de emisiones atmosféricas debe incluir como mínimo la siguiente información:

- Descripción del funcionamiento de los equipos relacionados con la fuente de emisión a ser analizada
- Rangos normal y promedio de operación
- Descripción concisa de los procesos dominantes y los equipos asociados.
- Tipo de proceso (físico, químico, etc)
- Descripción de los sistemas de control y
- Tipo y consumo de combustible (si aplica).

Adicionalmente, debe contener una descripción de los procesos que se están analizando, lo cual se puede realizar a través de diagramas de flujo de proceso, incluyendo todos los componentes y los equipos de control de emisiones atmosféricas. Además, debe incluir la tasa máxima de producción de los equipos (ton/h, m³/h, entre otras), las tasas normal y promedio de operación, el (los) tipo(s) y consumo(s) de combustible(s) utilizado(s) y las horas de operación. Si el proceso es por lotes o cochadas (tipo batch), es necesario suministrar la información sobre la duración y número de lotes por día.

Se deben incluir los datos de la capacidad normal de operación, para lo cual el operador o propietario deberá enviar los registros de operación de los últimos doce (12) meses del equipo a evaluar y para el caso de instalaciones nuevas, deberán entregar la información de los últimos seis (6) meses de operación. En los casos en los que la actividad considere que alguna información es de tipo confidencial, esta se podrá enviar por separado.

2.3.1.4 Descripción de la fuente de emisión

Para el caso específico de la medición directa, se debe presentar un diagrama de la chimenea o ducto mostrando los puertos de toma de muestra, plataformas y ductos adyacentes. El sitio de toma de muestra debe estar identificado claramente en el diagrama que muestra la localización de los puertos de toma de muestra, las cercanías con los disturbios (codos, uniones, desviaciones, entre otros) antes y después del punto de toma de muestra y el diámetro (interno y externo) de la chimenea. No es válido un diagrama esquemático. Se debe suministrar una descripción de las condiciones en la chimenea, incluyendo velocidad, temperatura, presiones, contenido de humedad, la carga y composición de los gases de emisión. En los casos en los que no existan estudios anteriores, esta información se debe obtener de la ejecución de la medición preliminar, es decir, los métodos 1, 2 y 3 (Velocidad de los gases y del peso molecular del gas seco).

Adicionalmente, deberá entregar un anexo fotográfico donde se observe especialmente la chimenea o ducto, los puertos de toma de muestra y la plataforma de medición de las emisiones.

Cuando el análisis se desarrolle por el método de balance de masas, se debe incluir un diagrama de flujo del proceso, en donde se especifique cuales son las operaciones o procesos unitarios que lo conforman, las condiciones de operación de cada una de estas (Físicas y

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Químicas), así como especificar las transformaciones que se presentan en el proceso, y los productos y/o subproductos que se obtienen.

2.3.1.5 Descripción del programa de medición

2.3.1.5.1 Identificación del encargado por parte de la empresa consultora

Es necesario incluir la identificación del grupo encargado de realizar el estudio con datos como nombre, dirección, número telefónico, correo electrónico, descripción puntual sobre experiencias previas y el soporte que demuestre que está acreditado por el IDEAM para realizar el estudio. (Cualquier modificación referente al personal responsable de la medición, deberá ser informada a la autoridad ambiental, previa a la fecha de la realización de la medición.

2.3.1.6 Procedimiento de evaluación

2.3.1.6.1 Descripción de equipos y procedimientos

En esta sección, que aplica para el caso de medición directa, se debe suministrar la descripción y los diagramas de al menos los siguientes elementos:

- Los equipos utilizados para el muestreo y la recuperación de las muestras.
- Sondas de toma de muestra, incluyendo material, temperatura, longitud, además material y temperatura del filtro
- Tren de los impactadores y vidriería asociada, incluyendo frascos de muestra y el procedimiento de limpieza de vidriería especializada
- Módulos de medición del gas y tipo de bomba
- Instrumentos de laboratorio

Todos los equipos y sondas de toma de muestra deben contar con los números de serie o número de identificación correspondientes. En todo caso estos datos deberán estar consignados en el estudio de emisiones atmosféricas entregado a la autoridad ambiental

En caso de que el estudio sea realizado por el método de balance de masas o medición directa, se debe presentar el diagrama de flujo del proceso en el momento de la evaluación, el cual debe incluir el esquema de la ubicación y conexiones de cada una de las operaciones unitarias del proceso, así como datos de insumos, materias primas, consumo y tipo de combustible y condiciones de operación de los equipos.

2.3.1.6.2 Métodos de toma de muestra y análisis

Esta sección debe especificar el método de toma de muestra y análisis a ser empleado para cada parámetro o contaminante, incluyendo el título del método utilizado (para el caso de medición directa), las variables tenidas en cuenta para la determinación de entradas y salidas del proceso (para el caso de balance de masas), los datos de entrada relacionados con combustibles, operaciones unitarias y demás variables (para el cálculo por factores de emisión), además la referencia donde se puede encontrar una descripción detallada del procedimiento utilizado, así como el número de corridas y tiempo de toma de muestra por cada parámetro. Adicionalmente, se deben incluir los métodos utilizados para determinar la tasa de consumo de combustible o del proceso, cuando no se cuente con esta información y sea necesario hallarla.

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Se deberán incluir además los formatos utilizados para consignar los datos de campo y procedimientos de cálculo con el fin de mantener y demostrar la trazabilidad de los valores obtenidos.

2.3.1.6.3 Métodos analíticos

En el caso de medición directa se deberá suministrar el procedimiento de recuperación de la muestra y análisis de laboratorio, identificando los instrumentos analíticos, materiales y equipos asociados. De igual manera una descripción de los estándares y blancos de campo y de análisis de control.

2.3.1.6.4 Localización del sitio de toma de muestra

En el caso de medición directa, si el criterio del método 1 no se puede cumplir, se debe evaluar el sitio de toma de muestra a través de la confirmación de la ausencia de flujo ciclónico mediante lo establecido en dicho método. Cuando se encuentre que el flujo en la chimenea es ciclónico, se deben realizar acciones que permitan modificar dicha condición. Dentro de las actividades que se deben desarrollar se encuentran: (a) instalar paletas o láminas correctoras de flujo dentro del ducto, (b) cambiar el punto de medición, (c) incrementar el número de puntos de medición, (d) realizar la corrección de la velocidad de los gases en la chimenea, de acuerdo con lo establecido en el método 2-G promulgado por la EPA, o (e) modificar la geometría del ducto, entre otras. Cuando a pesar de realizar las actividades mencionadas anteriormente el flujo ciclónico prevalezca, se podrán utilizar métodos alternativos siempre y cuando se encuentren adoptados por el presente protocolo. El uso de estos métodos debe ser informado a la autoridad ambiental competente.

2.3.1.7 Procedimientos de control y aseguramiento de calidad

2.3.1.7.1 Procedimiento de medición

Para el caso de evaluación de emisiones por medición directa se requiere una descripción del procedimiento de medición, que incluya las actividades específicas para la recuperación, etiquetado, manipulación, control y preservación de las muestras, así como análisis y almacenamiento. Este procedimiento debe incluir: formatos y/o registros de campo, listas de chequeo y etiquetado de las muestras.

Si la medición se realiza mediante la aplicación de factores de emisión o balance de masas la descripción deberá detallar el procedimiento para hallar cada uno de los valores, teniendo en cuenta las posibles correlaciones que sea necesario realizar.

2.3.1.7.2 Equipos de calibración externa y verificación en laboratorio

En el caso de medición directa, la calibración de los equipos se deberá realizar de acuerdo al procedimiento establecido en cada uno de los métodos adoptados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) dentro del proceso de acreditación de laboratorios.

Se debe realizar una descripción del equipo de calibración y los procedimientos de mantenimiento preventivo, el personal involucrado, los materiales y equipos utilizados en la calibración y mantenimiento.

La calibración de los equipos debe realizarse con alguna de las siguientes frecuencias: mínimo una vez cada año, cada 200 horas de uso, cuando el fabricante lo especifique o cuando en revisión de campo se demuestre mediante verificación, que el equipo no cumple los rangos establecidos para la aceptación de las mediciones. En este último caso el equipo que presente estas condiciones no podrá continuar en el proceso de medición y la medición no será válida, a menos que su cuente con un equipo con iguales características y que permita medir dentro de los rangos establecidos para la aceptación de las mediciones. Esta circunstancia deberá ser comunicada en el informe final que se presente a la autoridad ambiental. Se debe tener en cuenta que la calibración de los equipos deberá ser realizada por una entidad externa.

El equipo de toma de muestra a ser calibrado incluye cuando menos:

- Tubos pitot
- Termopares
- Manómetros (excepto el manómetro inclinado del medidor)
- Medidores de Gas Seco
- Orificios para la verificación del Medidor de Gas Seco
- Balanzas analíticas

Para el caso de las boquillas, se deberá realizar una verificación geométrica del diámetro interno cada vez que se realice una medición en campo.

Se debe incluir copia del plan de calibración y del mantenimiento preventivo y correctivo. Durante la verificación en campo se ha de suministrar un resumen de la calibración de los equipos, incluyendo los factores de calibración y las fechas de calibración.

Para el caso de los analizadores instrumentales se deberán presentar las respuestas de calibración, a gas span, y gas de concentración conocida, de acuerdo a lo establecido en el método 7E de la USEPA.

2.3.1.7.3 Instrumentos de calibración y mantenimiento

Esta sección debe contener los procedimientos para la calibración de los equipos y dispositivos utilizados para la calibración y cualquier mantenimiento preventivo realizado, en el caso de medición directa. Igualmente se deben especificar los materiales, incluyendo proveedor y garantía de la exactitud, y la estabilidad del gas de calibración. De igual manera, especificar el porcentaje del rango (span) al cual el instrumento será calibrado. Se deberán incluir copias de todas las operaciones de calibración con sus respectivas curvas, del mantenimiento preventivo y un inventario de los materiales de referencia.

2.3.1.7.4 Validación de datos

Para todo tipo de evaluación de emisiones se debe incluir el procedimiento de validación de datos, el cual debe incluir cuando menos:

- Validación de datos y procedimientos de edición
- Personal que ejecuta la validación de los datos
- Fuentes de información de la validación empleada
- Procedimiento de validación específica para cada método

2.3.1.7.5 Auditoría de la medición y acciones correctivas

Se deberá incluir en esta sección una descripción de las acciones correctivas identificadas por el auditor y aplicadas por el responsable de realizar la medición, con el fin de asegurar la calidad de los datos obtenidos.

2.3.1.7.6 Documentación

Se deberá incluir una descripción del sistema empleado para el control de documentos y registros asociados a los datos de campo, (es decir, listas de chequeo, inventario y archivo de soporte de la documentación). En este sentido, para el caso de los datos obtenidos en los métodos 1 a 5 se debe utilizar los formatos adoptados en el presente protocolo y para los demás métodos se deberán utilizar los formatos contenidos en los métodos publicados por el IDEAM.

2.3.1.8 Reporte de resultados de análisis

En esta sección se deberá incluir la memoria de todos los cálculos realizados durante la medición, especificando las fórmulas utilizadas para cada método de análisis. Todos los cálculos deberán ser presentados en el sistema internacional de unidades MKS.

2.4 Procedimiento de toma de muestra y análisis

Se deben seguir los procedimientos de análisis y métodos que han sido adoptados por este protocolo y que corresponden a los métodos reglamentarios para evaluación de emisiones contaminantes.

2.5 Aceptación de los estudios de emisiones atmosféricas

La autoridad ambiental competente debe verificar que el contenido del estudio de emisiones atmosféricas cumple con los criterios establecidos en el presente protocolo para definir si acepta o no los datos para el análisis de la fuente de emisión. En los casos en que la autoridad ambiental competente detecte que el encargado de realizar el monitoreo no está aplicando los métodos y procedimientos adoptados por el presente protocolo, podrá establecer que los monitoreos futuros se deban realizar únicamente cuando exista presencia de un funcionario por parte de la autoridad ambiental competente.

En este caso, el operador o propietario de la fuente fija deberá en el informe previo a la medición de emisiones, presentar a la autoridad ambiental la fecha para la realización del estudio con el fin de garantizar la presencia de esta última.

2.5.1 Criterio de invalidación de datos

Todas las determinaciones que se realicen a una fuente se pueden invalidar por parte de un evaluador (representante de la autoridad ambiental) en el sitio de toma de muestra o durante la posterior revisión del reporte de análisis. En los casos en los que la autoridad ambiental competente encuentre que existen errores en la aplicación de los procedimientos durante el muestro, esta podrá solicitar que se repita(n) el (los) procedimientos(s) que fueron objeto del error. El evaluador debe notificar al analista (consultor) de cualquier invalidación potencial antes de dejar el sitio de toma de muestra. Las causas de invalidación de datos incluyen pérdida o alteración de la muestra, errores en la aplicación de los métodos y procedimientos. En este sentido, a continuación se presentan algunos criterios para la determinación de errores, sin embargo, el que se presenta no es un listado absoluto y exhaustivo de los errores que pueden invalidar un análisis, sino de algunos de ellos. La autoridad ambiental decidirá si acepta o por el contrario rechaza los datos obtenidos durante la medición y los resultados de análisis basado en el cumplimiento de los criterios establecidos en cada uno de los procedimientos o métodos aplicados para la medición.

2.5.1.1 Pérdida o alteración de la muestra

Algunas de las causas de pérdida o alteración de la muestra pueden ser derrame de las muestras, filtros en mal estado (huecos o grietas), cualquier evento o proceso que cause la pérdida de la muestra y contaminación de la misma, entre otras.

2.5.1.2 Errores de toma de muestra

Para el caso de medición directa son errores de la toma de muestra: Isocinetismo en los puntos de toma de muestra por fuera del rango, equipo de toma de muestra que no esté de acuerdo con el método aplicado, procedimiento de toma de muestra que no corresponda a lo establecido en el método aplicado, cualquier procedimiento o pieza del equipo que no esté conforme con los requerimientos del método de análisis y muestras recogidas durante condiciones de operación que no corresponden como mínimo al 90% de la capacidad de operación de los últimos 12 meses para instalaciones existentes y de seis (6) meses para instalaciones nuevas, y el no realizar la prueba de fugas previa a la toma de muestra, entre otros.

Para el caso de balance de masas los datos de entrada al proceso que no representen la realidad de operación de los equipos, es decir, modificaciones en lo referente a insumos, materias primas, temperatura y presión de funcionamiento de los equipos y tiempo de reacción para procesos químicos, entre otros.

Finalmente, para el caso de factores de emisión modificaciones en la cantidad y características de las materias primas e insumos, tipo, cantidad y calidad del combustible, capacidad de producción, modificación de los procesos unitarios y condiciones de operación de los equipos (presión y temperatura), entre otros.

2.5.1.3 Errores de análisis

Son considerados errores de análisis los siguientes: Cualquier reactivo o procedimiento que no esté conforme con los requerimientos del método de análisis, cualquier técnica de análisis (si no ha sido declarada previo a su uso) que no esté conforme a los requerimientos del método de análisis, procedimientos o métodos para el análisis en laboratorio que no estén de acuerdo con los métodos adoptados por el IDEAM, entre otros.

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

2.5.2 Cadena de custodia de la muestra

Esta actividad aplica en el caso de la medición directa. El principal objetivo de la cadena de custodia es crear un registro escrito exacto que se pueda emplear para trazar la apropiación y manejo de la muestra, desde el momento de su recolección hasta su análisis y envío para demostrar el seguimiento adecuado de las consideraciones necesarias que permitan contar con la confiabilidad que se requiere de la información. Los procedimientos mínimos que deberán realizar las empresas que adelantan las mediciones de emisiones se presentan a continuación, sin embargo, el IDEAM dentro de su proceso de acreditación de laboratorios podrá establecer otros procedimientos y obligar la realización de formatos para tal fin.

Las muestras se deben empacar apropiadamente para prevenir la ruptura o fuga. El contenedor de viaje debe estar sellado y asegurado de manera que cualquier evidencia de pérdida de muestra se detecte fácilmente.

Cada muestra se debe acompañar de una lista de chequeo o registro de chequeo diligenciada, firmada y fechada por el personal responsable.

El coordinador del grupo deberá ser responsable del empacado apropiado, rotulado y transferencia de la posesión de la muestra.

Todo transporte de la muestra debe estar acompañado del registro de chequeo y otros formularios pertinentes. El coordinador del grupo debe conservar una copia de estos documentos, como también de los formularios de recepción de muestras.

Cuando se está realizando la transferencia de posesión de la muestra, quien entrega debe firmar y registrar la fecha y hora en la hoja de registro de chequeo. En general la hoja de chequeo se realiza para cada muestra, aunque las muestras se pueden transferir por grupo. La persona que toma la custodia de la muestra debe firmar en la sección apropiada.

Sin embargo, se deberán seguir las especificaciones establecidas en los métodos que para el efecto establezca el IDEAM.

2.6 Reporte del estudio de emisiones atmosféricas

En la Tabla 4 se presentan los documentos e información que deben ser incluidos en el informe del estudio de emisiones atmosférica de fuentes fijas.

Tabla 4 Requerimientos mínimos del reporte del estudio de emisiones atmosféricas

Portada
Nombre del establecimiento en donde se realiza la actividad y número de expediente (Si aplica)
Nombre de quien realiza el estudio de emisiones
Nombre de la instalación y fuentes de emisión analizadas
Fecha del análisis
Ubicación específica del sitio del análisis, incluyendo si es zona urbana o rural

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Carta de envío del estudio de emisiones

Aprobación por parte del representante del establecimiento
Aprobación por parte del encargado de realizar el estudio (consultor)

Resumen ejecutivo

Explicación y descripción general del contenido del estudio

Introducción

Propósito del estudio de emisiones: cumplimiento con los límites permisibles, entre otros
Detalles de la fuente de emisión: localización geográfica, fuentes de emisión a ser analizadas, tipo de procesos, entre otras
Descripción de los equipos de control de emisiones atmosféricas, número de años en servicio
Fecha de realización del estudio
Contaminantes analizados, métodos empleados, número de pruebas o réplicas
Nombre de los observadores: Por parte de la actividad objeto de estudio, autoridad ambiental competente (en caso que haya estado presente en el monitoreo), consultores, incluyendo el cargo al cual corresponde cada uno

Resumen de resultados

Resultado de las emisiones de cada prueba o réplica, del promedio del estudio de emisión y comparación con los análisis de emisiones previos en las mismas unidades del límite de emisión que se establece en la norma
Datos de procesos relacionados para determinar el cumplimiento (ejemplo: capacidad del proceso, porcentaje de operación del equipo, tipo de equipo de control, tipo y cantidad de combustible, incluyendo la ficha técnica de este donde se especifique la capacidad calorífica y el contenido de azufre)
Determinación de los errores reales y relativos

Operación de las instalaciones y fuentes de emisión

Descripción del proceso y número de unidades (líneas)
Diagramas de flujo, incluyendo procesos y equipos asociados a la emisión
Materias primas y productos representativos
Cualquier operación especialmente requerida
Descripción de los sistemas de control: tipo, modelo, años en servicio, desempeño esperado, plan de mantenimiento, problemas operacionales (si existen)

Procedimientos de toma de muestra y análisis

Localización de los puertos de toma de muestra y dimensión del área transversal (diagrama chimenea)
Descripción del punto de toma de muestra, incluyendo sistema de rotulado (sección transversal de la chimenea con localización de los puntos de toma de muestra)
Descripción del tren de toma de muestra (diagrama)
Descripción de procedimientos de toma de muestra que se desvían de los métodos aceptados o planes de toma de muestra de fuentes aprobado, y las justificaciones de las desviaciones
Descripción de los procedimientos analíticos que se desvían de los métodos de análisis de muestra aceptados, y las justificaciones de las desviaciones

Métodos y Cálculos

Ecuaciones descritas en los métodos de toma de muestra que correspondan
Mostrar paso a paso el cálculo completo de una prueba (corrida) de toma de muestra. Se deberá utilizar el sistema métrico de unidades.
Incluir cualquier desviación de los cálculos respectivos o métodos de toma de muestra
Incluir los métodos, descripción y ecuaciones
Diagrama del equipo de toma de muestra

Aseguramiento de Calidad

Hojas de datos de calibración de equipos: medidor de gas seco, tubos pitot, boquillas y manómetros magnehelic, entre otros
Hojas de datos de certificación de los gases de calibración (Si aplica)
Resultados de verificación del diámetro de la boquilla
Blanco del contenido del impactador
Blancos de acetona y residuo del agua
Datos de linealidad instrumental (calibración multipunto)
Prueba de desempeño del analizador NO para la conversión de NO₂ a NO. (Si aplica)
Resultados del error de calibración del instrumento
Resultados del análisis de sesgo del sistema de toma de muestra, tiempo de respuesta y prueba de fugas

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

Medición y registro de la cantidad de material de lavado empleado durante el lavado, de modo que se deduzca exactamente la cantidad de residuo contenida en los blancos

Anexos

Datos de campo crudos: Fotocopia de todas las hojas de campo (escritos en tinta, diligenciados con letra y números legibles y sin enmendaduras). Se deben utilizar los formatos del ANEXO 4.

Para el caso de analizadores instrumentales, se debe entregar fotocopia de todas las cartas registradoras.

Reportes de laboratorio: Copia de las hojas de datos, hojas de chequeo de datos, descripción de los métodos analíticos, aseguramiento y control de calidad del laboratorio (incluyendo impactadores, acetona y residuo de los blancos), certificado de acreditación del laboratorio, certificado de acreditación de quien realiza la toma de la muestra

Producción bruta, declarada por el jefe de planta: aforo de los procesos, aforo de combustibles

Minuta de la toma de la muestra de la fuente, documentando eventos ocurridos durante el análisis

Todos los participantes en el proyecto, incluyendo su cargo

Correspondencia relacionada

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

CAPÍTULO 3. MONITOREO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

El presente capítulo presenta consideraciones asociadas con el monitoreo de emisiones atmosféricas, como la frecuencia con la cual se deberán realizar los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas por parte de las fuentes fijas que son objeto de la Resolución 909 de 5 de junio de 2008.

3.1 Frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas para centrales térmicas, instalaciones donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos, hornos crematorios e instalaciones donde se realice tratamiento a residuos no peligrosos

En la Tabla 5 se establecen las frecuencias de monitoreo de contaminantes atmosféricos para todas las instalaciones de incineración de residuos y/o desechos peligrosos y para todas las instalaciones donde se realice tratamiento a residuos no peligrosos.

Tabla 5. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para todas las instalaciones de incineración de residuos y/o desechos peligrosos y para todas las instalaciones donde se realice tratamiento térmico a residuos no peligrosos.

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
Material particulado total (PST), SO ₂ , NO _x y CO	Realizar monitoreos continuos con tomas permanentes.
Hidrocarburos Totales expresados como (CH ₄), HCl, HF, (Cd + Tl), Metales ^(a)	Realizar mediciones en forma continua las 24 horas o periodo de operación diario, con toma cada 15 minutos. Realizar análisis cada cuatro (4) meses.
Mercurio y sus compuestos dados como (Hg)	Discontinuo. Un análisis cada cuatro (4) meses.
Metales ^(a) : La sumatoria de los siguientes metales y sus compuestos dados como: Arsénico (As), Plomo (Pb), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanadio (V), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Antimonio (Sb), Estaño (Sn).	

En la Tabla 6 se establecen las frecuencias de monitoreo de contaminantes en hornos de incineración en hospitales y municipios categoría 5 y 6 con capacidad igual o inferior a 600 Kg/mes.

Tabla 6. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos de incineración en hospitales y municipios categoría 5 y 6 con capacidad igual o inferior a 600Kg/mes.

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
Material Particulado Total (PST)	Realizar mediciones directas, cada seis meses y dos análisis por cada vez (uno en la mañana y otro en la tarde)

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
SO ₂ , NO _x y CO	Mediciones continuas durante el periodo de operación diario, con toma cada 15 minutos. Realizar un análisis cada cuatro (4) meses.
Hidrocarburos Totales expresados como (CH ₄), HCl y HF	Realizar una medición por año. Se debe realizar la medición en forma continua las 24 horas o el periodo de operación diario con toma cada 15 minutos.
Mercurio y sus compuestos dados como (Hg)	Discontinua. Un análisis cada cuatro (4) meses.
Cd + Tl y Metales ^(a) :	La toma de muestra para metales pesados deberá hacerse cada 4 meses.
Metales ^(a) : la sumatoria de los siguientes metales y sus compuestos dados como: Arsénico (As), Plomo (Pb), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanadio (V), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Antimonio (Sb), Estaño (Sn)	

En la Tabla 7 se establecen las frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos cementeros que realicen coprocesamiento de residuos y/o desechos peligrosos.

Tabla 7. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos cementeros que realicen coprocesamiento de residuos y/o desechos peligrosos.

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
Material particulado total (PST), SO ₂ , y NO _x	Realizar monitoreos continuos y con tomas permanentes.
HCl, HF, (Cd + Tl), Metales ^(a)	Realizar mediciones en forma continua las 24 horas o periodo de operación diario, con toma cada 15 minutos. Realizar análisis cada cuatro (4) meses.
Mercurio y sus compuestos dados como (Hg)	Discontinua. Un análisis cada cuatro (4) meses.
Carbono Orgánico Total (COT)	Discontinua. Un análisis cada cuatro (4) meses.
Metales ^(a) : La sumatoria de los siguientes metales y sus compuestos dados como: Arsénico (As), Plomo (Pb), Cromo (Cr), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Vanadio (V), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Antimonio (Sb), Estaño (Sn).	

Tabla 8 se establecen las frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos crematorios.

Tabla 8. Frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos crematorios.

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
Material Particulado Total (PST).	Realizar análisis cada seis meses y dos análisis por cada vez (uno en la mañana y otro en la tarde). Ninguno de los valores promedios podrá ser mayor al promedio horario.
CO	Monitoreo continuo con toma cada 5 minutos
Hidrocarburos	Realizar mediciones en forma continua las 24 horas o periodo de

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
Totales expresados como (CH ₄).	operación diario, con toma cada 15 minutos. Realizar análisis cada año.
Sumatoria de Benzopireno y Dibenzo antraceno	Realizar un monitoreo cada seis meses.

En la Tabla 9 se presentan las frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos en instalaciones existentes donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos. El tiempo de toma de la muestra de dioxinas y furanos debe estar entre 6 y 8 horas.

Tabla 9. Frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos para instalaciones existentes donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.

FRECUENCIAS DE MONITOREO	
Hasta el 31 de julio del 2009	Realizar análisis de dioxinas y furanos una vez al año.
Desde 1 de agosto del 2009 en adelante	Realizar este análisis cada ocho (8) meses.
Para las instalaciones de incineración y hornos cementeros que realicen coprocesamiento.	Con 3 a 6 años de operación, deberán realizar análisis una vez al año.
	Más de 6 años de operación deberán realizar monitoreo cada 8 meses.

En la Tabla 10 se establecen las frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos en instalaciones nuevas donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos. El tiempo de toma de muestra de dioxinas y furanos debe ser mínimo de cuatro (4) horas y se debe tomar el promedio de tres muestras.

Tabla 10. Frecuencias de monitoreo de dioxinas y furanos en instalaciones nuevas donde se realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.

FRECUENCIAS DE MONITOREO	
Primer a Segundo año de operación	Realizar el análisis de dioxinas y furanos cada ocho (8) meses.
Tercer al sexto año de operación	Realizar el análisis una vez al año
A partir del séptimo año de operación	Realizar el análisis cada ocho (8) meses
Los incineradores ubicados en Hospitales de Municipios de categorías 5 y 6 (ley 617/02) con capacidad inferior o igual a 600Kg/mes	Realizar un monitoreo de Dioxinas y Furanos en el primer año. En los años siguientes, deberán realizar monitoreos cada dos (2) años.

Para el caso de las centrales térmicas la frecuencia de las mediciones directas debe determinarse de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, en función del número de horas equivalentes de operación, al finalizar el mantenimiento de la zona caliente recomendado por el mismo. El término horas equivalentes de operación hace referencia a un concepto técnico que define el fabricante, en donde se establecen los límites seguros para los mantenimientos de las plantas en función de las horas de operación de la planta y del número de arranques y

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

paradas de la misma, según lo establecido en la resolución 909 del 5 de junio del 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

3.2 Frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones para las demás actividades industriales

A continuación se presenta la metodología para la determinación de la frecuencia de los estudios de evaluación de emisiones atmosféricas mediante el uso de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA), aplicable para todas las actividades industriales.

La metodología consiste en la determinación de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA) para cada uno de los contaminantes a los cuales está obligado monitorear una fuente fija, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

Esta metodología deberá aplicarse para cada uno de los ductos o chimeneas de la fuente y para cada uno de los contaminantes a los que está obligado a monitorear la fuente fija según la resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, es decir, la frecuencia encontrada será independiente para cada ducto o chimenea y para cada uno de los contaminantes y no se regirá por el máximo o por el mínimo de los periodos encontrados. Lo anterior quiere decir que para un solo ducto se encontrarán diferentes frecuencias, en las cuales se deberán monitorear los contaminantes emitidos por la fuente.

La determinación de la frecuencia del estudio de emisiones atmosféricas para cada contaminante, se deberá cuantificar mediante el número de unidades de contaminación atmosférica (UCA) definido como:

$$UCA = \frac{Ex}{Nx}$$

Donde:

UCA: Unidad de Contaminación Atmosférica calculada para cada uno de los contaminantes

Ex: Concentración de la emisión del contaminante en mg/m³ a condiciones de referencia y con la corrección de oxígeno de referencia que le aplique

Nx: Estándar de emisión admisible para el contaminante en mg/m³

Con cada valor obtenido de la ecuación se obtiene la frecuencia de monitoreo, de acuerdo a lo establecido en la

Tabla 11.

Tabla 11 Frecuencia de monitoreo contaminantes de acuerdo a la Unidad de Contaminación Atmosférica

UCA	GRADO DE SIGNIFICANCIA DEL APORTE CONTAMINANTE	FRECUENCIA DE MONITOREO (AÑOS)
< 0.25	Muy bajo	3
0.25 – 0.49	Bajo	2
0.5 – 1.0	Medio	1
1.01 – 1.99	Alto	½ (6 meses)
≥ 2.0	Muy alto	¼ (3 meses)

3.3 Consideraciones adicionales en la determinación de la frecuencia de monitoreo de emisiones atmosféricas

A continuación se presentan algunas consideraciones que se deben tener en cuenta en la determinación de la frecuencia de monitoreo para algunos casos especiales:

3.3.1 Instalaciones nuevas

Las instalaciones o procesos nuevos que no cuenten con información de la concentración de los contaminantes que emite, para calcular la frecuencia de monitoreo deberán evaluar las emisiones en un tiempo no superior a (6) meses, contados a partir de su entrada en operación.

3.3.2 Equipos de respaldo

Los equipos de respaldo, es decir, aquellos que se activan cuando la fuente principal de suministro de energía no está en marcha, que funcionen durante un periodo de tiempo inferior al 3% del tiempo de operación anual de la actividad industrial, de comercio o de servicio, no deberá realizar medición de las emisiones a menos que la autoridad ambiental competente establezca lo contrario.

3.3.3 Modificación de la Frecuencia de Monitoreo

En cualquier caso la autoridad ambiental podrá redefinir la frecuencia de monitoreo de las emisiones atmosféricas de una actividad o proceso industrial, con base en los resultados de las mediciones que realice la autoridad ambiental durante sus actividades de seguimiento, siempre y cuando se sigan los procedimientos de medición establecidos en el presente documento.

3.3.4 Dioxinas y Furanos

Aquellas actividades industriales que de acuerdo con lo establecido en la resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, deban monitorear Dioxinas y Furanos, deberán realizar la medición de dichos contaminantes únicamente en los casos en los que el flujo de material particulado sea superior a 0,5 Kg/h.

3.4 Determinación del tamaño de la muestra cuando existen fuentes de emisión similares operando bajo las mismas condiciones

En los casos en los que en una actividad existan más de dos fuentes de emisión y estos cumplan con las siguientes condiciones:

- La emisión individual sea generada por el mismo tipo de equipo
- Se utilice el mismo combustible
- Se consuma la misma cantidad de combustible
- Los ductos de salida de los gases tengan las mismas dimensiones y estén contruidos en el mismo material
- Para el caso de equipos de combustión externa deben operar a las mismas condiciones de presión y temperatura.
- Para el caso de emisiones generadas por procesos productivos, que se utilice la misma materia prima e insumos, la misma cantidad de materias primas e insumos y además los equipos operen a la misma capacidad

Se podrá realizar una medición inicial que incluya todas las fuentes individuales de emisión y posteriormente aplicar el análisis estadístico que se muestra a continuación con el fin de determinar la muestra (número de chimeneas) que sean representativas y que deberán ser medidas para verificar el cumplimiento de los estándares de emisión admisibles.

Sin embargo, cuando se sobrepasen los niveles de calidad del aire de la zona en donde se encuentra ubicada la actividad objeto de estudio, la autoridad ambiental competente podrá solicitar el desarrollo de estudios de evaluación de emisiones atmosféricas con mayor frecuencia o a un mayor número de fuentes de emisión. A manera de ejemplo, se pueden establecer estudios con mayor frecuencia en aquellas zonas que hayan sido declaradas áreas fuentes de contaminación alta o media.

Para la determinación del tamaño de la muestra que se aceptará en los casos que una actividad cuente con procesos que cumplan con los criterios anteriormente establecidos, se debe tener en cuenta que el número de mediciones depende del comportamiento de dichas mediciones y de la probabilidad de error definida. Un nivel de confianza del 95% es ampliamente aceptado (es decir, una probabilidad de error del 5%).

Teniendo en cuenta que el tamaño de la muestra juega un papel importante para determinar la probabilidad de error así como en la precisión de la estimación, una vez que se ha seleccionado el nivel de confianza, dos factores importantes influyen en el tamaño muestral son: La varianza de la población σ^2 y el tamaño del error tolerable que se está dispuesto a aceptar. Mientras que el primer factor está más allá del control del estudio (no hay nada que se pueda hacer sobre la varianza de la población), sí es posible limitar el tamaño del error.

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

El tamaño del error que se puede tolerar depende de qué tan crítico es el trabajo. Algunas tareas extremadamente delicadas requieren resultados exactos: los procedimientos médicos vitales de los cuales dependen vidas humanas o la producción de piezas de una máquina que debe cumplir medidas precisas, pueden tolerar sólo un pequeño error. En otros casos, los errores más grandes pueden tener consecuencias menos graves.

La distribución de probabilidad normal estándar puede expresarse como:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Esto puede reescribirse algebraicamente como:

$$n = \frac{\sigma^2 Z^2}{(\bar{x} - \mu)^2}$$

En donde la diferencia entre la media muestral y la media poblacional $(\bar{x} - \mu)^2$ es el error esperado.

El valor de Z depende del nivel de confianza requerido. Esto deja por determinar sólo σ^2 para calcular el tamaño muestral apropiado. En caso de que la σ^2 sea desconocida, puede estimarse mediante la desviación estándar muestral utilizando las mediciones iniciales que incluya todas las fuentes individuales de emisión. La varianza calculada de esta muestra preliminar puede entonces utilizarse en la fórmula.

De lo anterior se concluye que:

- n: Cantidad de ductos o chimeneas que deben ser monitoreados
- σ : Desviación estándar de las mediciones
- Z: Probabilidad normal estándar, igual a 1,96 para un nivel de confianza de 95%
- ($\bar{x} - \mu$): Diferencia entre la media muestral y la media poblacional, es decir, el error estándar esperado de la media

El número de ductos o chimeneas que deben ser monitoreados debe calcularse para cada uno de los contaminantes evaluados.

Cuando alguna de las mediciones realizadas supere el estándar de emisión admisible para el contaminante establecido en la Resolución 909 de 2008 o en la que la adicione, modifique o sustituya, se deberá realizar la medición de todas las fuentes de emisión.

3.5 Monitoreo Continuo de Emisiones

Los sistemas de monitoreo continuo de emisiones, son sistemas integrados que realizan mediciones de contaminantes directamente de la chimenea sin interrupciones, y están constituidos por todos los equipos necesarios para determinar la concentración en tiempo real de un gas o la emisión de material particulado que sea necesario controlar, tales como medidores,

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

monitores y analizadores de contaminantes, convertidores de unidades, graficadores y software que producen resultados en unidades que se pueden comparar con los límites de emisión permitidos.

El diseño de los sistemas de monitoreo continuo de emisiones permite que sean monitoreados uno o varios contaminantes dependiendo de las necesidades de la medición, además de otros parámetros de operación como temperatura, presión de salida de los gases, porcentaje de oxígeno en exceso, entre otros. La ubicación de los puertos de toma de muestra en la corriente del gas y la selección de los equipos son aspectos fundamentales para la recolección de información exacta, confiable y reproducible.

Adicionalmente, es importante conocer variables del proceso, del combustible, de la salida de los gases, temperaturas y posibles concentraciones, para poder tomar la mejor decisión en términos de costos, aplicabilidad, exactitud y representatividad del equipo de monitoreo, respecto a los contaminantes de interés.

3.5.1 Condiciones para la solicitud de monitoreo continuo de emisiones

De acuerdo con lo establecido en el artículo 75 de la resolución 909 del 5 de junio de 2008, a continuación se definen las condiciones a partir de las cuales la autoridad ambiental competente podrá solicitar monitoreo continuo de emisiones en una actividad:

Dentro de las condiciones mínimas que deben ser tenidas en cuenta para la instalación de un sistema de monitoreo continuo de emisiones se debe tener en cuenta la cercanía de las concentraciones de los contaminantes emitidos por la fuente, con los estándares máximos de emisión admisibles, los datos obtenidos de estudios de calidad del aire realizados en la zona donde se encuentra ubicada la fuente, las características de peligrosidad de los contaminantes emitidos y las poblaciones o grupos cercanos a la fuente. Por otra parte, es necesario realizar un análisis de la naturaleza de la actividad que se desarrolla y de los riesgos que esta representa para el medio ambiente y para la salud de las personas.

Las actividades que deben realizar monitoreo continuo de sus emisiones serán aquellas que cumplan por lo menos con alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando la actividad desarrollada corresponda al tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos, no peligrosos u horno crematorio deberá realizar monitoreo continuo de las emisiones de acuerdo a lo establecido en el numeral 3.5 del presente capítulo.
- Cuando las emisiones generadas por la actividad, incrementen en más de un 40% la concentración de algún contaminante en el aire, se debe realizar monitoreo continuo para el contaminante para el cual se presente esta condición. Para determinar la anterior condición se deberá realizar la estimación de la concentración de los contaminantes en el aire con y sin el aporte de la actividad correspondiente.

Existen algunos escenarios bajo los cuales no son aplicables las condiciones descritas anteriormente. Dichos escenarios se describen a continuación:

Cuando la actividad que genera la emisión de los contaminantes, sea la única ubicada dentro del área comprendida entre la ubicación de la fuente y 0.8 Km en todas las direcciones y que además se cumpla con las siguientes condiciones dependiendo del o los contaminantes que le corresponde monitorear: (Niveles que corresponden a lo establecido en la resolución 601 de 2006 o la que la adicione, modifique o sustituya).

- La concentración de material particulado (MP) no excede $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media anual)
- La concentración de óxidos de nitrógeno (NO_x) no excede $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media anual)
- La concentración de dióxido de azufre (SO_2) no excede $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media de 24 horas)
- La concentración de plomo (Pb) no excede $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ media anual)
- La concentración de cadmio (Cd) no excede $5 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media anual)
- La concentración de Hidrocarburos totales (HCT) no excede $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media de 4 meses)

En los casos en los que al realizar el análisis de la concentración de fondo, es decir, sin el aporte de la fuente de emisión, se encuentre que la concentración de los contaminantes en el aire cumple con lo establecido en la resolución 601 de 2006 o la que la adicione, modifique o sustituya, no aplicará monitoreo continuo de emisiones, siempre y cuando al modelar al calidad del aire con el aporte de la actividad no se sobrepasen dichos niveles.

En los casos en los que al realizar el análisis y determinación de la frecuencia con base en las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA), se encuentre que a uno o más contaminantes les corresponda ser monitoreados con una frecuencia de 3 meses, se deberá realizar monitoreo continuo para cada uno de ellos, siempre y cuando el flujo de material particulado del proceso o instalación sea superior a $1,0 \text{ kg}/\text{h}$.

Sin embargo, la autoridad ambiental competente podrá solicitar monitoreo continuo de emisiones a través del permiso o licencia ambiental, basado en la problemática de calidad del aire de su jurisdicción.

Adicionalmente, Cuando a una actividad le corresponda realizar monitoreo continuo de sus emisiones, como resultado de la aplicación del procedimiento establecido en el presente capítulo, el sistema de monitoreo continuo deberá estar instalado y operando en un tiempo no superior a 120 días calendario, contados a partir de la fecha en la cual se determinó la frecuencia de monitoreo. En todos los casos en los que se instale un sistema de monitoreo continuo de emisiones, este deberá reportar los datos de concentración de contaminantes con la correspondiente corrección a condiciones de referencia y oxígeno de referencia, de acuerdo con lo establecido para cada actividad en la resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

CAPÍTULO 4. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE DESCARGA. APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE INGENIERÍA

De acuerdo con lo establecido en el artículo 70 de la resolución 909 del 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, se adopta la aplicación de Buenas Prácticas de Ingeniería para la determinación de la altura de la chimenea, metodología que obedece al análisis de diferentes variables que involucran las condiciones del entorno de la fuente de emisión. Dentro de estas condiciones se incluyen las dimensiones de la estructura en la cual se encuentra la fuente de emisión, las dimensiones de las estructuras cercanas, la dirección predominante del viento en la zona y la influencia que puede tener las estructuras cercanas en la dispersión de los contaminantes emitidos por la fuente.

4.1 Generalidades

La aplicación de Buenas Prácticas de Ingeniería no contempla la determinación de frecuencias para re-calcular la altura de la chimenea de las fuentes de emisión. Cuando una fuente de emisión determine la altura de la(s) chimenea(s) aplicando lo establecido en el presente protocolo, se entenderá que existe un valor adquirido e independientemente de las variaciones futuras de las condiciones del entorno no deberá realizar un nuevo cálculo de la altura de la(s) chimenea(s). En todo caso la autoridad ambiental competente podrá establecer en cualquier momento el re-cálculo la altura de la chimenea, basada en la problemática de calidad del aire de su jurisdicción.

Para la aplicación de Buenas Prácticas de Ingeniería se debe considerar inicialmente si la instalación es nueva o existente según lo establecido en la resolución 909 del 5 de junio del 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, con el fin de definir cuál es la ecuación que se debe aplicar. En todo caso una instalación existente podrá utilizar la metodología definida para instalaciones nuevas, con el fin de determinar la altura de la chimenea.

4.2 Buenas Prácticas de Ingeniería para instalaciones existentes

Para el caso de procesos o instalaciones existentes, la altura resultante de la aplicación de la siguiente ecuación:

$$HT = 2,5He$$

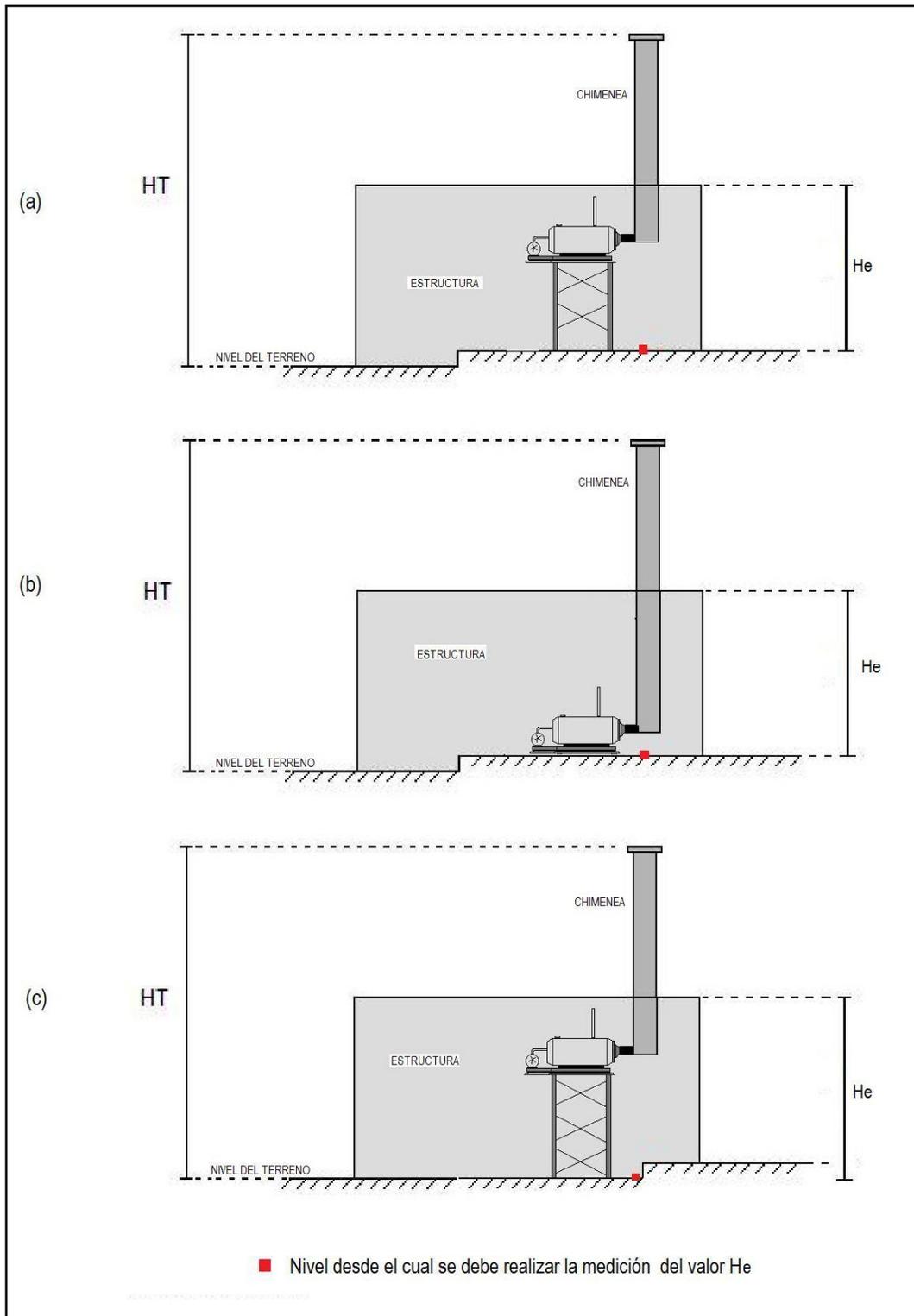
Ecuación 1

Donde:

HT: Altura de la chimenea medida desde el nivel del terreno en la base de la chimenea hasta el borde superior de la misma (Ver Figura 2)

He: Altura de la estructura en el punto en el cual se encuentra ubicado el ducto o chimenea. (Ver Figura 2)

Figura 2. Determinación del valor **HT** para el caso de estructuras existentes

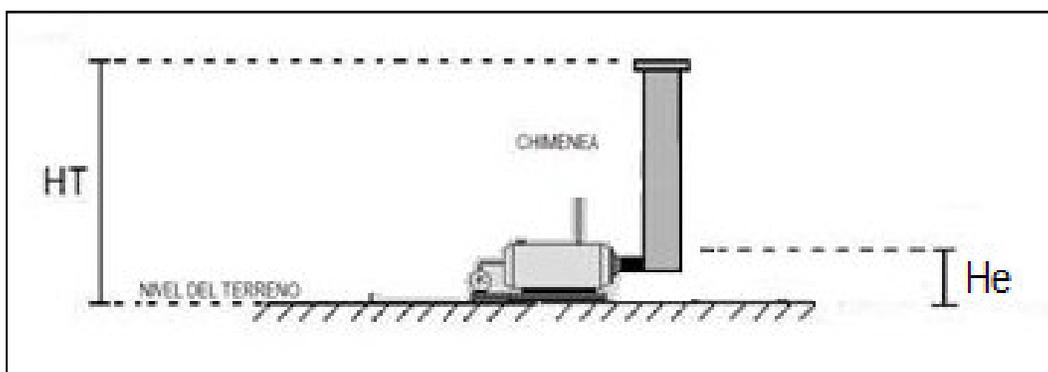


Fuente: MAVDT

Como se observa en la Figura 2 a y b, el valor de H_e , se mide desde el nivel del terreno, independientemente de cuál es la ubicación o elevación del equipo o instalación que genera la emisión dentro de la estructura. Adicionalmente, en los casos en los que existan diferentes elevaciones del terreno dentro de la estructura, el valor de H_e se debe medir desde el nivel del terreno exactamente debajo donde se encuentra ubicado el ducto. En aquellos casos en los que existan dos elevaciones del terreno distintas en este punto; debajo del ducto, (Ver Figura 2c) se debe medir desde el punto de menor elevación, tal y como se muestra en la Figura 2c).

Para aquellos casos en los que el equipo que genera la emisión de los contaminantes no se encuentra ubicado dentro de una estructura, es decir que se encuentra al aire libre y no existe ninguna instalación, el valor H_e corresponderá a la altura del equipo que genera dicha emisión. (Ver Figura 3).

Figura 3. Determinación del valor H_T para equipos que no están ubicados dentro de una instalación.



Fuente: MAVDT

4.3 Buenas Prácticas de Ingeniería para instalaciones nuevas

Para el caso de procesos o instalaciones nuevas, la determinación de la altura mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería involucra variables adicionales como la presencia de estructuras cercanas, las dimensiones de dichas estructuras y la dirección predominante del viento:

Para la determinación de la altura del ducto se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$HT = H_{ec} + 1,5L$$

Ecuación 2.

Donde:

HT: Altura de la chimenea medida desde el nivel del terreno en la base de la chimenea hasta el borde superior de la misma (Ver Figura 2)

Hec: Altura de la estructura cercana a la fuente de la emisión, medida desde el nivel del suelo en la base de la chimenea. (Ver Figura 10)

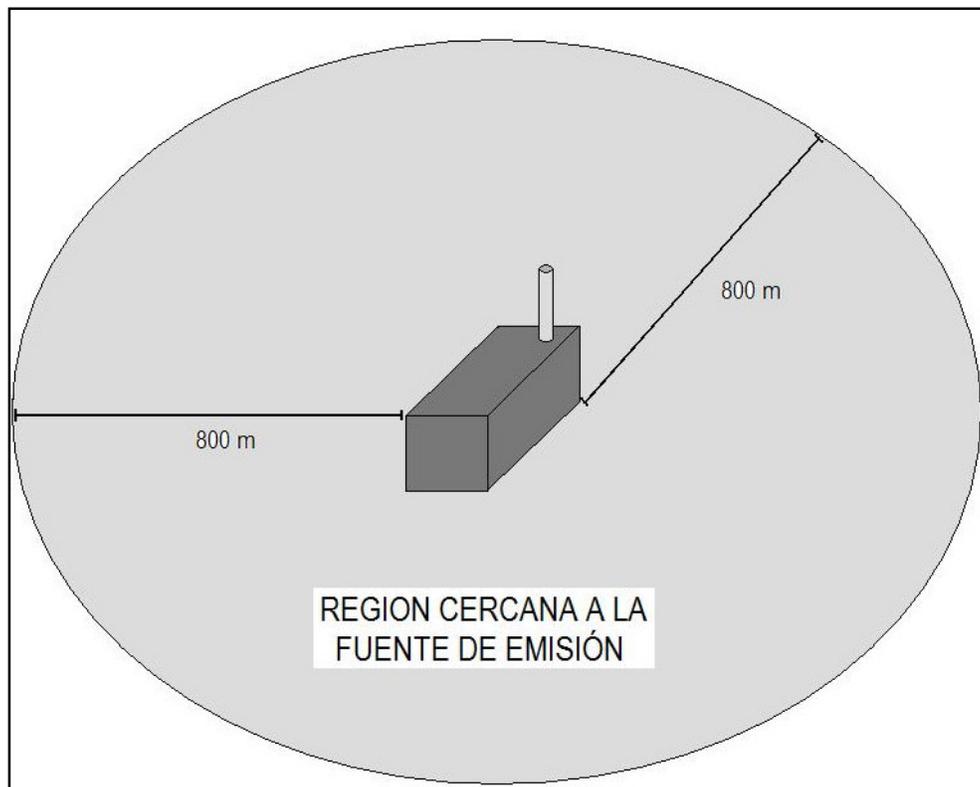
L: Corresponde a la menor de las dimensiones entre el ancho proyectado y la altura de la estructura cercana. (Ver Figura 8, Figura 9 y Figura 10)

Para el análisis de las condiciones adicionales del entorno en el cual se encuentra ubicada la fuente de emisión se deben desarrollar los siguientes pasos:

Determinación de la región cercana

Inicialmente se debe determinar la *región cercana* a la fuente de emisión, la cual se define como la región que se obtiene al medir una distancia de 800 metros en todas las direcciones desde el borde de la estructura en la cual se encuentra la fuente de emisión (Ver Figura 4)

Figura 4. Determinación de la región cercana a la fuente de emisión.



Fuente: MAVDT

Posteriormente se deben determinar las *estructuras cercanas*, las cuales se definen como aquellas estructuras que se encuentran ubicadas dentro de la región cercana, sin embargo para dicha determinación se debe tener en cuenta lo siguiente:

Se deben considerar únicamente aquellas estructuras que se interponen entre la dirección predominante del viento y la fuente de emisión (Ver Figura 9)

En los casos en los que exista más de una estructura que se interponga entre la dirección del viento y la fuente de emisión se debe realizar el cálculo con cada una de ellas y definir como estructura cercana la que dé como resultado la mayor de las alturas de la chimenea.

Cuando la zona en la cual se encuentra ubicada la fuente de emisión no cuente con una dirección predominante del viento, se debe realizar el cálculo de la altura de la chimenea para cada una de las estructuras cercanas y tomar la que dé como resultado una mayor altura para la chimenea.

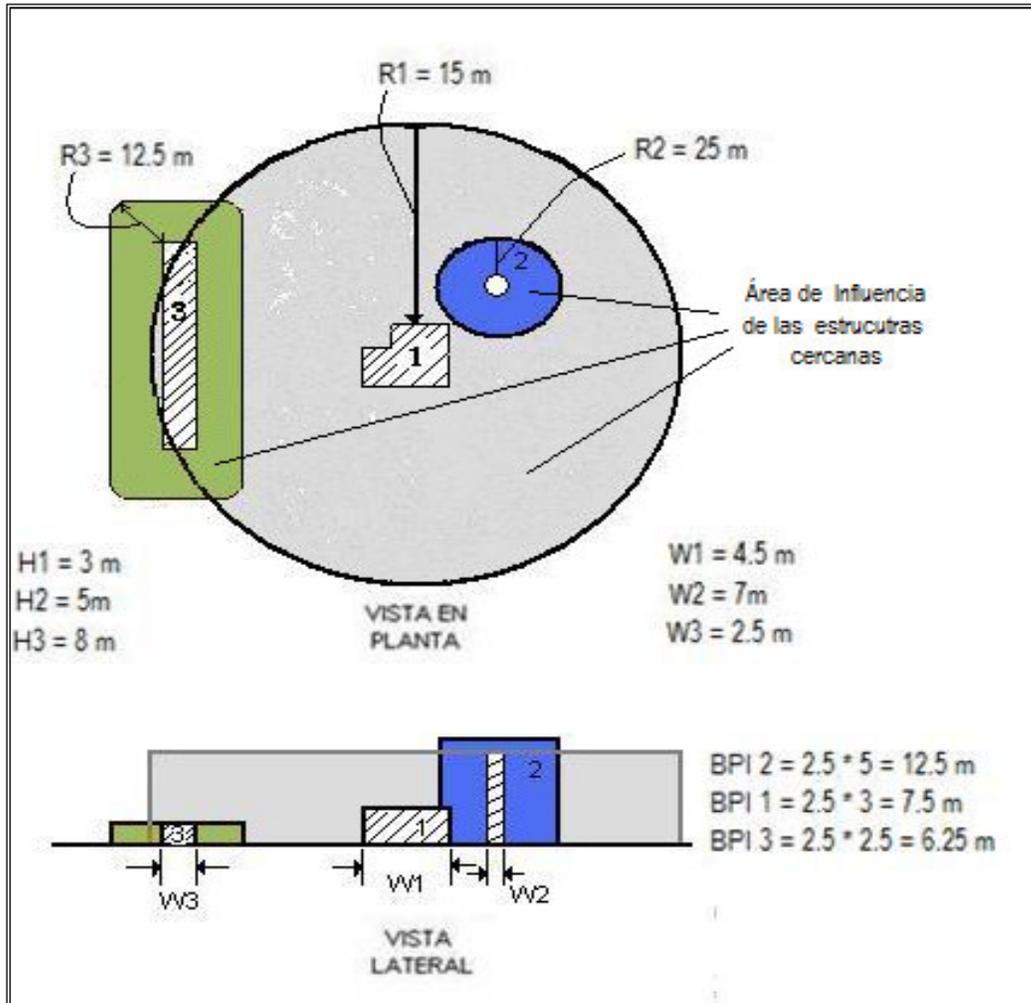
No se deben considerar como estructuras cercanas las siguientes:

- Los ductos o chimeneas de las estructuras que se encuentran dentro de la región cercana
- Las antenas de transmisión
- Las torres eléctricas
- Los postes del sistema eléctrico
- Las vallas de publicidad
- Las torres de generación de energía eólica
- Los tanques de almacenamiento de agua con capacidad inferior a 15 m³

Una vez identificadas las estructuras cercanas, es decir, aquellas que se encuentran dentro de la región cercana de la fuente de emisión, se debe definir cuál es el área de influencia de cada una de ellas con el objetivo de establecer si afectan o no la dispersión de los contaminantes emitidos por la fuente fija.

Para determinar el área de influencia de las estructuras cercanas se debe medir una distancia correspondiente a 5 veces la menor de las dimensiones entre el alto y el ancho proyectado (Ver Figura 6) de cada una de las estructuras, en todas las direcciones, medida desde el borde de cada estructura. En este sentido, en la Figura 5 se muestra la manera como se debe calcular la región cercana para tres estructuras, dos de ellas (la 1 y 3) utilizando el valor de su altura por ser el menor y la No. 2 utilizando el valor del ancho proyectado por la misma razón. Posteriormente se muestra el análisis de datos de los 3 casos.

Figura 5. Determinación del área de influencia para las estructuras cercanas.



Fuente: MAVDT

Estructuras bajas

Son estructuras bajas aquellas en las cuales la altura es inferior al ancho proyectado, es decir, que en este tipo de estructuras el valor de la variable L siempre estará dado por la dimensión de la altura:

Estructura 1

$H = 3\text{ m}$

$W = 4.5\text{ m}$

Entonces la extensión de la región cercana estará dada por $5 * 3 = 15\text{ m}$

Estructura 2

H = 5 m

W = 7 m

Entonces la extensión de la región cercana estará dada por $5 * 5 = 25\text{m}$

Estructura 3

H = 8 m

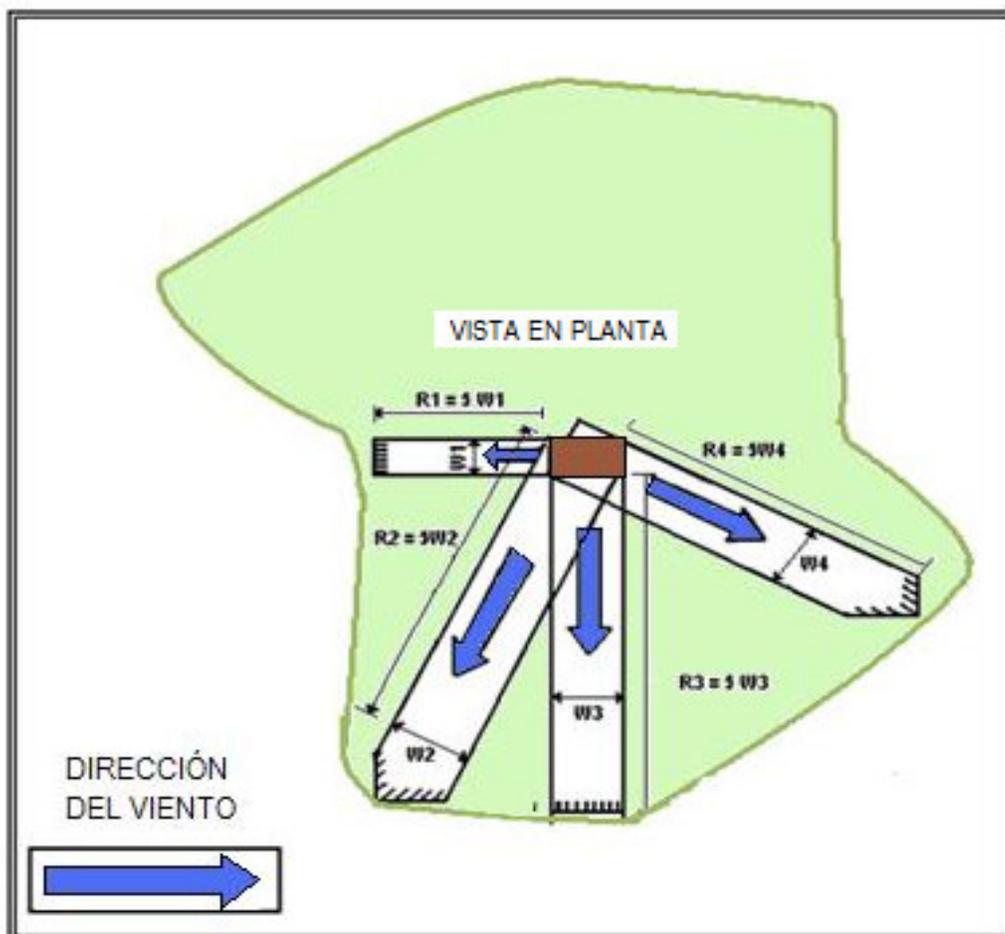
W = 2.5 m

Entonces la extensión de la región cercana estará dada por el valor del ancho proyectado, es decir $2.5 * 5 = 12.5\text{m}$

Estructuras Altas.

El ancho proyectado se debe calcular cuando las estructuras son más altas que anchas. En estos casos el valor (L) estará dado por el valor del ancho proyectado. En este sentido, en la Figura 6 se ilustra la determinación del área de influencia para una estructura alta.

Figura 6. Determinación del área de influencia para estructuras altas.



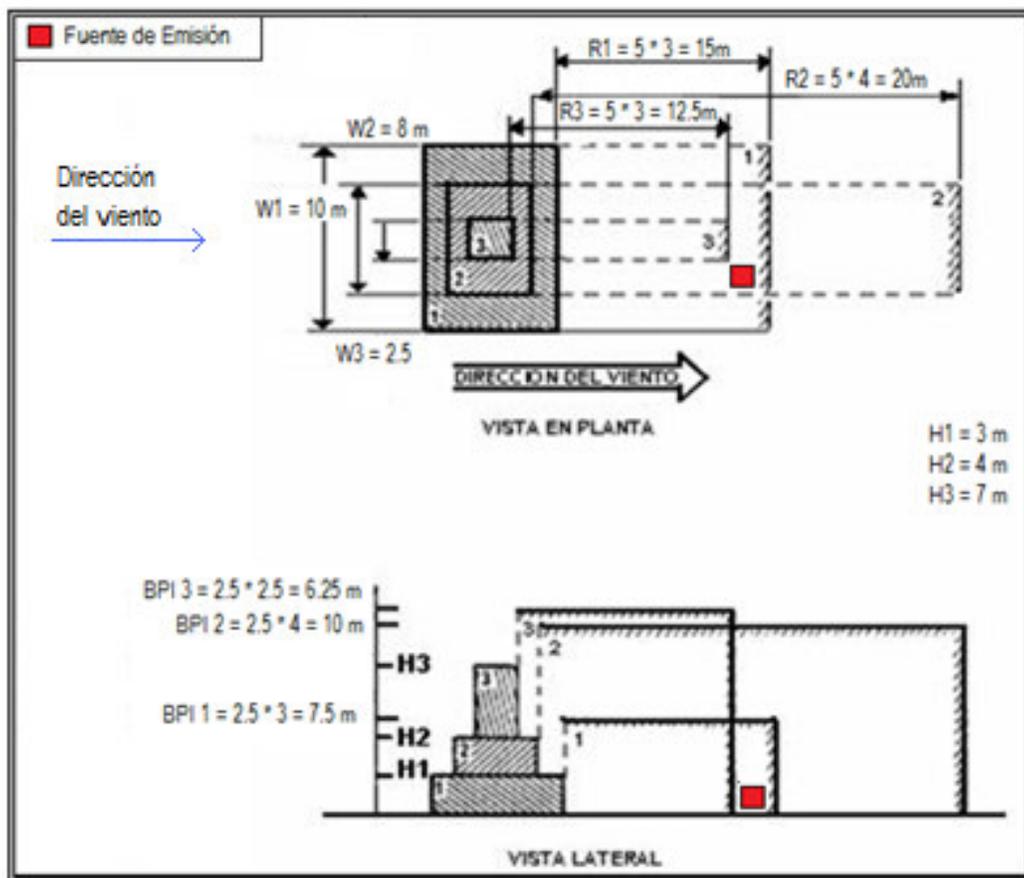
Fuente: MAVDT

De acuerdo con lo mostrado en la figura anterior el área de influencia de las estructuras se extiende una distancia equivalente a 5 veces el valor del ancho proyectado en todas las direcciones.

Estructuras complejas

Para el caso de estructuras complejas, es decir, que presentan varios niveles, se debe determinar el área de influencia para cada uno de los niveles con el fin de definir cuál de ellos es el que afecta la dispersión de los contaminantes. En la Figura 7 se muestra como se debe realizar la determinación del área de influencia para este tipo de estructuras.

Figura 7. Determinación del área de influencia para estructuras por niveles.



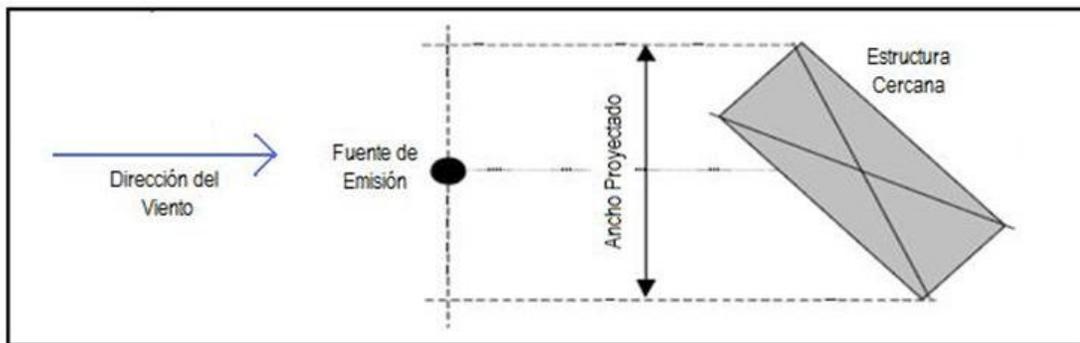
Fuente: MAVDT

En los casos en los que la fuente de emisión se encuentre ubicada dentro del área de influencia de más de uno de los niveles (Ver Figura 7) se deben tomar las dimensiones del nivel que dé como resultado la mayor altura de la chimenea. Por ejemplo, si la fuente de emisión se encuentra ubicada donde se muestra en la figura anterior, ésta sería influenciada por dos de los

tres niveles (1 y 2). En este caso se deben tener en cuenta las dimensiones del segundo nivel que es el más elevado.

Una vez identificadas cuales son las estructuras cercanas y la correspondiente área de influencia de cada una de ellas, se debe definir cuál o cuáles son las que afectan realmente la dispersión de los contaminantes de la fuente de emisión con respecto a la dirección del viento, lo anterior debido a que si se presenta la condición mostrada en la Figura 8, la fuente de emisión está en el área de influencia de una de las estructuras cercanas sin embargo la dirección del viento en esta zona no permite que dicha estructura afecte la elevación de la pluma, debido a que la corriente de viento pasa primero por la fuente de emisión y no por la estructura cercana.

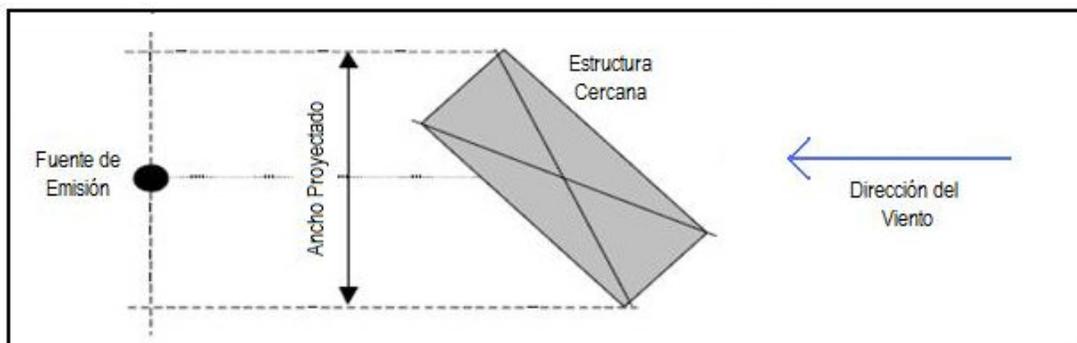
Figura 8. Determinación de la estructura cercana.



Fuente: MAVDT

Por el contrario en el caso mostrado en la Figura 9 la estructura cercana esta directamente entre la dirección del viento y la fuente de emisión, lo cual posibilita la generación de una zona de cavidad que interfiere y afecta la dispersión de los contaminantes, caso en el cual esta será la estructura que debe ser considerada como cercana para el cálculo de la altura de la chimenea.

Figura 9. Determinación de la estructura cercana.



Fuente: MAVDT

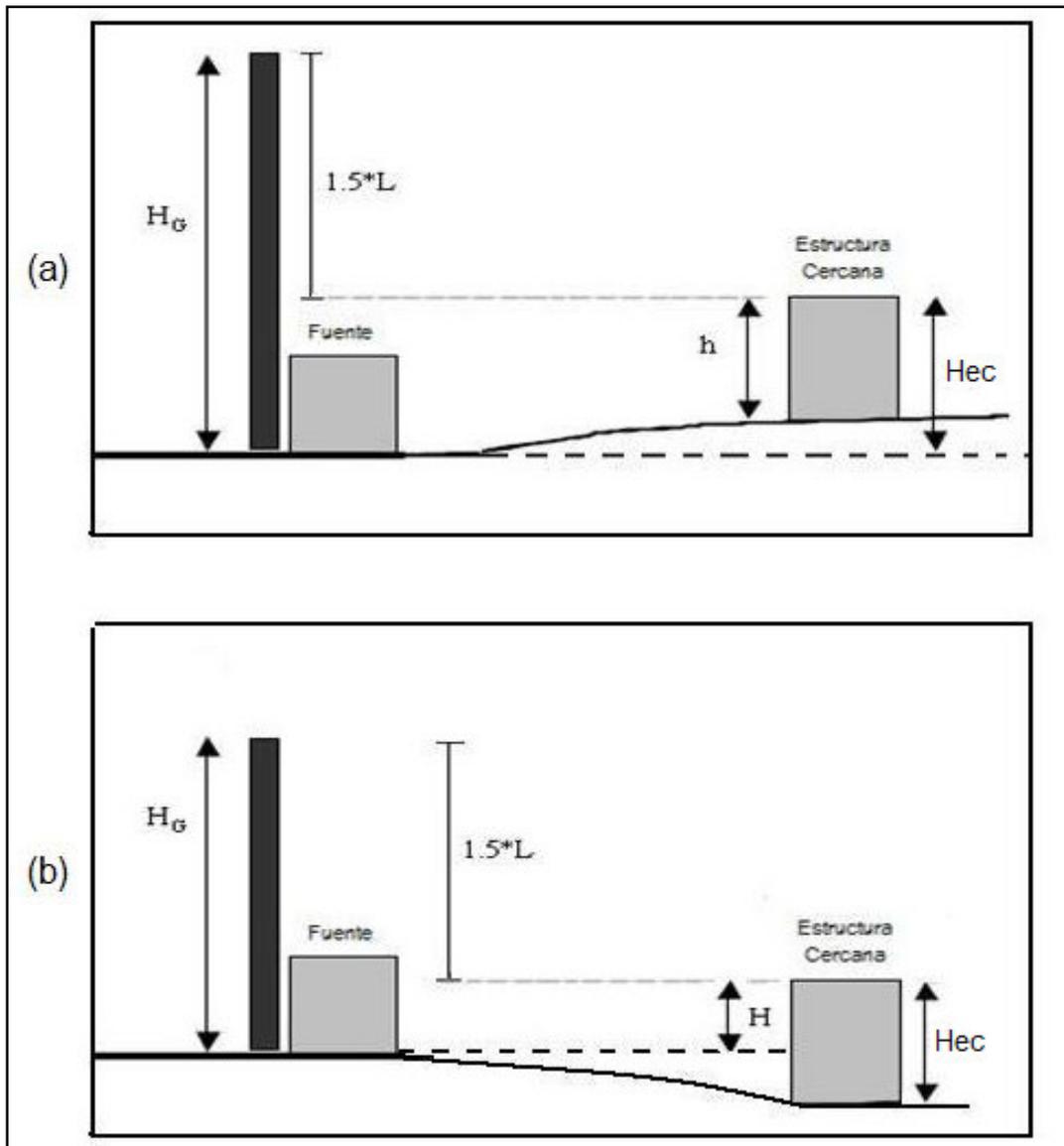
Posteriormente, se deben determinar las dimensiones de la estructura cercana para reemplazar las variables en la ecuación. Se debe determinar entonces el valor H_{ec} que corresponde a la altura de la estructura cercana medida desde el nivel del terreno en la base de la chimenea. Tal y como se muestra en la Figura 10 (a) cuando la estructura cercana es más elevada que la fuente

de emisión, se debe tomar el valor de la altura de la estructura cercana con respecto a la base de la chimenea.

Para el caso mostrado en la Figura 10 (b) la estructura cercana se encuentra en una zona deprimida. En estos casos el valor de H_{ec} que se debe tomar es el correspondiente al medido a partir del punto que coincide con el nivel del terreno de la fuente de emisión, es decir el que se representa como H en la misma gráfica.

En los casos en que el punto más elevado de la estructura cercana se encuentre por debajo del nivel del terreno de la fuente emisión, simplemente no se debe considerar dicha estructura como cercana ya que no afectará la dispersión de los contaminantes.

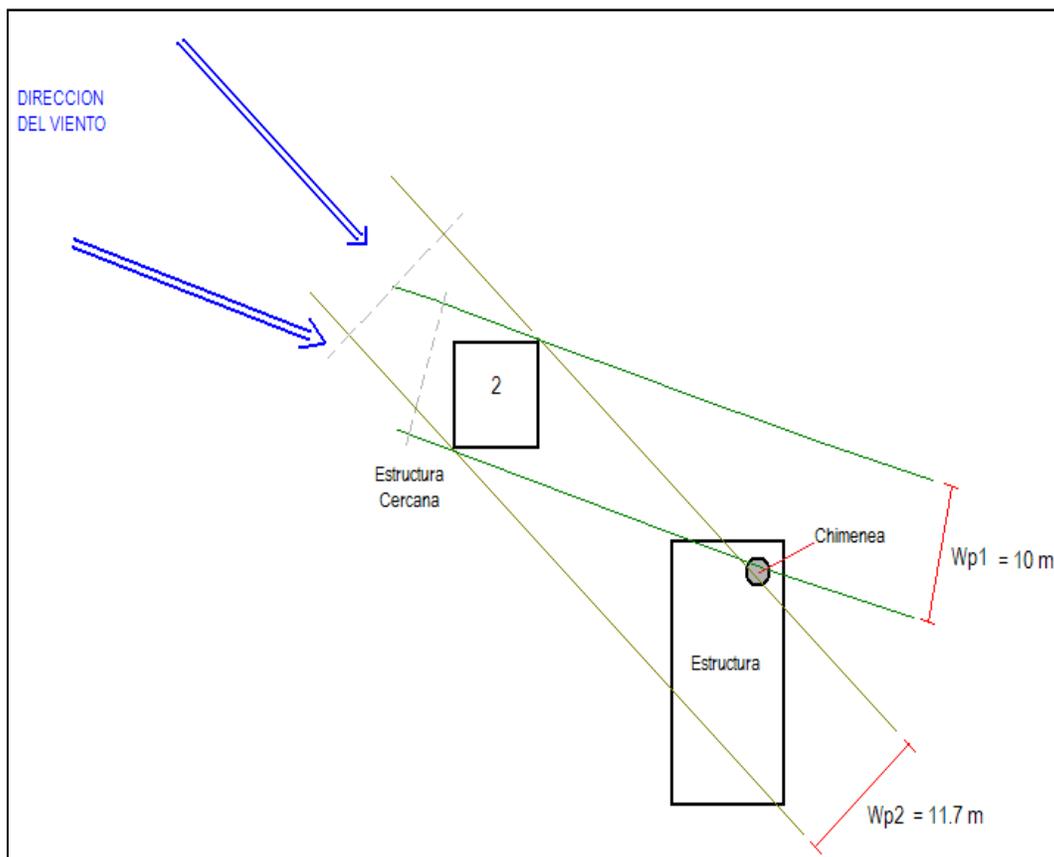
Figura 10. Determinación de las dimensiones de la estructura cercana



Fuente: MAVDT

Posteriormente se debe determinar el valor (L) que corresponde a la menor de las dimensiones entre el alto y el ancho proyectado de la estructura cercana. El ancho proyectado corresponde a una proyección perpendicular con respecto a la dirección del viento. En este sentido en la Figura 11 se muestra la manera como se debe calcular el ancho proyectado de una estructura.

Figura 11. Determinación del ancho proyectado de la estructura cercana



Fuente: MAVDT

Cuando no existan direcciones predominantes del viento en la zona en la cual se encuentra ubicada la fuente de emisión, se deberán evaluar todas las direcciones del viento que tienen influencia sobre la dispersión de los contaminantes (Ver Figura 11) y se deberá utilizar el valor del mayor ancho proyectado que se obtenga. Por ejemplo, para el caso de la Figura 11 existen dos direcciones del viento que afectan la dispersión de los contaminantes, entonces se debe tomar el valor de 11.7m que es mayor ancho proyectado.

En aquellos casos en los que en la región cercana no se encuentren edificaciones sino características del terreno como elevaciones y/o depresiones no se deberán tomar estas como estructuras cercanas. En estos casos, se deberán aplicar modelos de dispersión y para la determinación de la distancia a la cual se deberá modelar se deberán aplicar los conceptos mostrados en la Figura 13.

En aquellos casos en los que una estructura nueva que desee calcular la altura de la chimenea mediante la aplicación de buenas prácticas de ingeniería sea la única dentro de la región cercana, es decir que no tiene ningún tipo de obstáculo del terreno o estructura a 800 m a la redonda, deberá utilizar la ecuación establecida para estructuras existentes.

4.4 Consideraciones adicionales para la aplicación de Buenas Prácticas de Ingeniería (BPI)

La aplicación de buenas prácticas de ingeniería para la determinación de la altura de la chimenea, considera adicionalmente el análisis del impacto que generan las fuentes de emisión de contaminantes individualmente en la calidad del aire de la zona en la cual se encuentran ubicadas. En este sentido, define que es considerada una buena práctica la altura del ducto o punto de descarga que demuestre mediante la aplicación de modelos de dispersión que permite la dispersión de los contaminantes y que además las emisiones provenientes de la fuente no incrementan en más de un 40% la concentración de algún contaminante en el aire, es decir, el estudio se deberá realizar simulando las condiciones de calidad del aire con y sin el aporte de la fuente para determinar el cumplimiento de dicha condición. Dicho análisis debe realizarse para cada uno de los contaminantes que le corresponde monitorear a la actividad. En el caso que uno de los contaminantes no cumpla con esta condición, no se podrá aplicar esta alternativa.

Se debe tener en cuenta que los modelos que se apliquen para el desarrollo de esta alternativa deben cumplir lo que establezca la Guía Nacional de Modelación de Calidad del Aire adoptada para tal fin por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Sin embargo, para definir la aplicación de esta alternativa se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Será aplicable cuando la concentración en el aire de todos los contaminantes que deben monitorear la actividad, excluyendo el aporte realizado por la misma (concentración de fondo) no sobrepasa los límites establecidos en la Tabla 12 (Niveles establecidos en las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud OMS) y el incremento en la concentración de los contaminantes en el aire por causa de la emisión generada por el proceso o instalación no sobrepasen los límites establecidos en la misma tabla, el aporte realizado por el ducto o chimenea puede ser superior al 40%.

Tabla 12 Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire.

CONTAMINANTE	PROMEDIO	MÁXIMA CONCENTRACIÓN
PM10	Anual	20 µg/m ³
Dióxido de Nitrógeno NO ₂	Anual	40 µg/m ³
Dióxido de Azufre	24 horas	20 µg/m ³

Será aplicable cuando la concentración en el aire de todos los contaminantes que debe monitorear la actividad excluyendo el aporte realizado por la misma (concentración de fondo) sea inferior a los límites establecidos en la Tabla 12 y el incremento en la concentración de todos los contaminantes en el aire por causa de los contaminantes emitidos por la actividad sobrepase los

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

límites establecidos en la misma tabla. En este caso el incremento deberá ser inferior al 40% y deberá garantizar que no se sobrepasen los valores establecidos en la Tabla 13.

No será aplicable cuando la concentración de contaminantes en el aire excluyendo el aporte realizado por el proceso o instalación (concentración de fondo) sobrepase los límites de calidad del aire establecidos en la resolución 601 de abril del 2006 o la que la adicione, modifique o sustituya (Tabla 13).

Tabla 13 Niveles máximos permisibles de contaminantes en el aire.

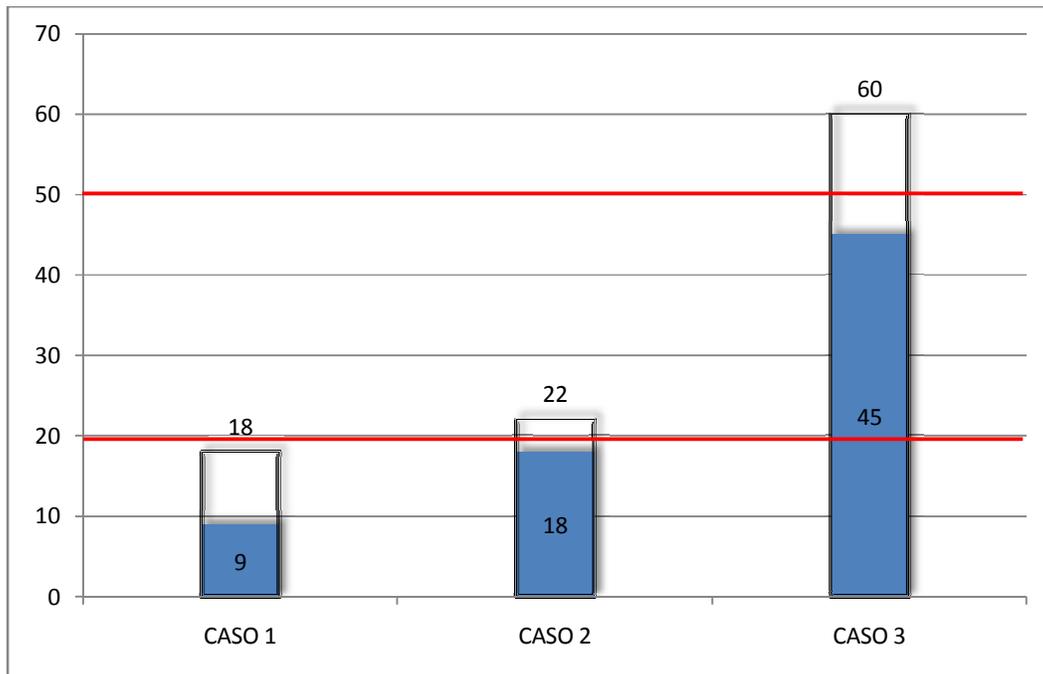
CONTAMINANTE	PROMEDIO	MÁXIMA CONCENTRACIÓN
PM10	Anual	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de Nitrógeno NO_2	Anual	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de Azufre	Anual	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hidrocarburos totales	4 meses	1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Plomo (Pb)	Anual	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Cadmio (Cd) y sus compuestos	Anual	5 x 10 ⁻³ $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Fuente: Resolución 601 de 2006

No podrán aplicar esta alternativa aquellos procesos o instalaciones donde uno o más de los contaminantes que genera no tengan establecido nivel máximo de concentración en el aire, caso en el cual deberán calcular la altura de la chimenea mediante la aplicación de las ecuaciones 1 o 2 del presente capítulo.

En los casos en los que al realizar el cálculo de la concentración de fondo y se encuentre que la concentración de algún de contaminante es inferior a los niveles establecidos en la Tabla 12, Se permitirá que el aporte realizado por la actividad incremente la concentración de dicho contaminante siempre y cuando no se sobrepasen dichos niveles.

Figura 12. Determinación del ancho proyectado de la estructura cercana



Fuente: MAVDT

Para el caso de la aplicación de modelos de dispersión, el término cercano se refiere a distancias de hasta ochocientos (800) metros, excepto cuando la altura de una condición del terreno a la distancia de 800 metros, medidos desde la fuente sea igual o superior al 40% de la altura de la chimenea, caso en el cual la región cercana se extenderá hasta una distancia de diez (10) veces la altura máxima de dicha condición (H_T) o 3200 metros (2 millas) la que sea menor (Ver Figura 13)

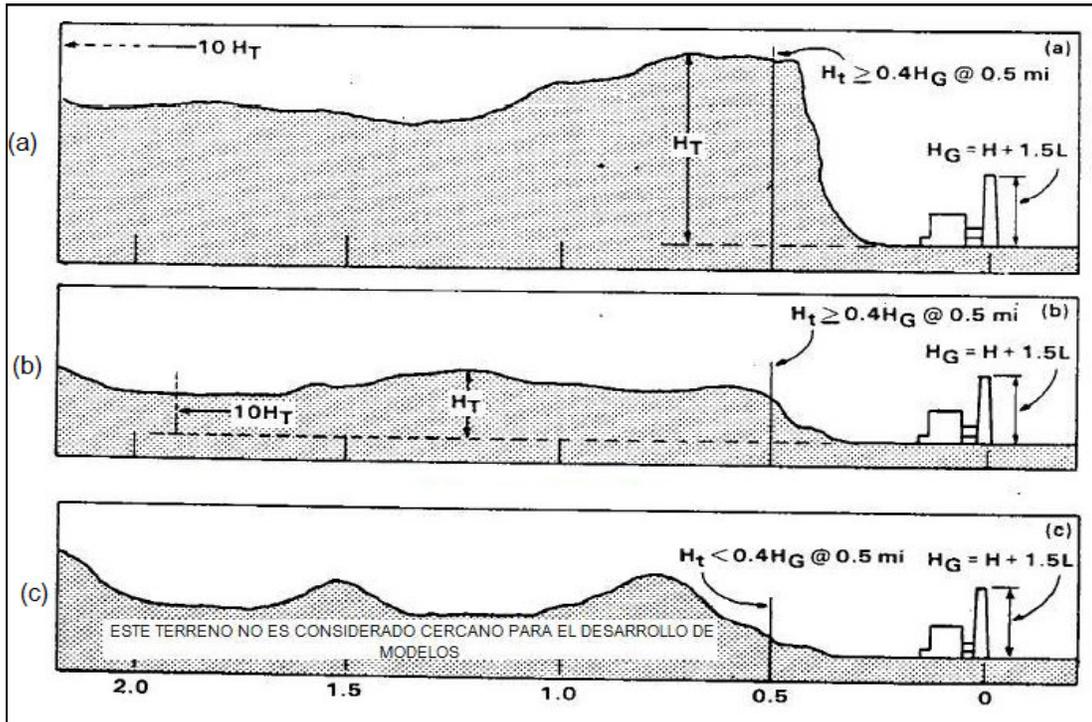
Para la determinación de la distancia a la cual se debe aplicar el modelo de dispersión de los contaminantes, se debe medir la altura de la característica del terreno a una distancia de 800m (0.5 millas) y considerar las siguientes condiciones:

Si a una distancia de 800m (0.5 millas), la altura de la característica del terreno es superior a la altura total de la chimenea (medida desde el nivel del suelo) tal y como se muestra en la Figura 13 (a), el modelo de dispersión se deberá aplicar hasta una distancia horizontal correspondiente a 10 veces el valor de H_T , medida desde el borde de la estructura.

Si a una distancia de 800m (0.5 millas), la altura de la característica del terreno es superior al 40% de la altura de la chimenea (medida desde el nivel del suelo) pero inferior a la altura total de la misma tal y como se muestra en la Figura 13 (b), el modelo se deberá aplicar hasta una distancia horizontal correspondiente a la menor de las distancias entre 3.2 Km (2 millas) y 10 veces el valor de H_T , medidos desde el borde de la estructura.

Si a una distancia de 800m (0.5 millas), la altura de la característica del terreno es inferior al 40% de la altura de la chimenea (medida desde el nivel del suelo) tal y como se muestra en la Figura 13 (c), el modelo se deberá aplicar hasta una distancia horizontal de 800m, medidos desde el borde de la estructura.

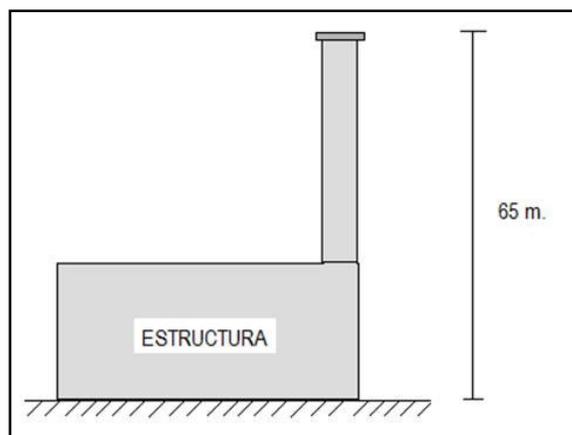
Figura 13. Determinación de la extensión de la región cercana para la aplicación de modelos de dispersión



Fuente: EPA. Junio 1985. Guideline for Determination of Good Engineering Practice Stack Height (Technical Support Document for the stack height regulations)

Finalmente, es considerada como una buena práctica de ingeniería una altura de 65 metros medidos desde el nivel del suelo en la base de la chimenea. Esta altura se deberá aplicar para los casos en los cuales el cálculo de la altura de la chimenea por medio de ecuación dé como resultado un valor superior a este, es decir, que con una altura de 65 m se considera que existe una adecuada dispersión de los contaminantes.

Figura 14. Altura de la chimenea de 65 m. Buenas Prácticas de Ingeniería.



Fuente: MAVDT

En necesario tener en cuenta que para aquellos casos en los que la actividad objeto de vigilancia y control se encuentre cerca a las instalaciones de aeropuertos o puentes aéreos, prevalecerán las normas y regulaciones que establezca la aeronáutica civil, en lo referente a la altura máxima de las edificaciones cercanas.

CAPÍTULO 5. SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

A continuación se presentan los requerimientos de funcionamiento de algunos sistemas de control de emisiones atmosféricas, de acuerdo con lo establecido en el artículo 78 de la resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

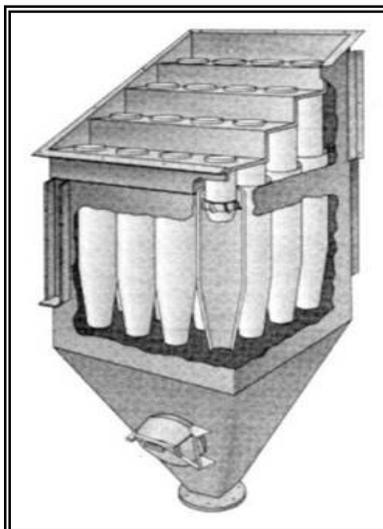
5.1 SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES

El operador o propietario de la fuente fija deberá suministrar información de los sistemas de control de emisiones a la autoridad ambiental competente, donde describa la operación del mismo, como también las variables de operación que indiquen que el sistema funciona adecuadamente, y que se encuentra en iguales condiciones después de realizar mantenimiento.

5.1.1 Ciclones

La eficiencia de estos equipos de control de emisiones de material particulado está asociada a la caída de presión del flujo de gases, a través del sistema, Por ello es requisito indispensable que los sistemas de medición de presión que se instalen sean calibrados periódicamente, a intervalos de tiempo inferiores de un (1) año. La caída de presión del sistema se debe registrar continuamente y almacenar de manera permanente en un medio magnético o físico. El dispositivo de monitoreo que se instale debe tener una precisión del 5% de su rango de operación.

Figura 15. Ciclón



5.1.2 Precipitadores Electrostáticos

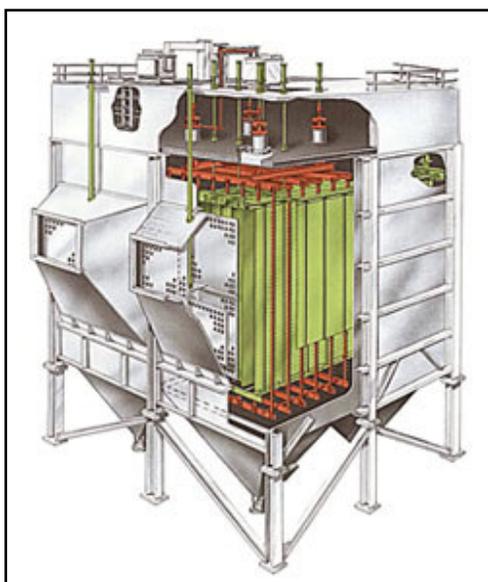
Los precipitadores electrostáticos (PES) se deben utilizar para los casos en los que se requiere alta eficiencia en la remoción de material particulado, especialmente cuando el volumen de los gases de emisión es alto y es necesario recuperar materiales valiosos sin modificaciones físicas.

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Un precipitador es un equipo de control de partículas que utiliza un campo eléctrico, para mover las partículas fuera de la corriente del gas y sobre las placas del colector. En la Figura 16 se muestra un diagrama de un precipitador. El gas de combustión que transporta el material particulado o ceniza volante, pasa a través de un campo eléctrico donde las partículas son cargadas negativamente y atraídas por un electrodo colector con carga opuesta; por medio de un sistema de golpeteo se limpia el electrodo y se recogen las partículas en una tolva localizada en la parte inferior del precipitador.

Figura 16. Precipitador Electrostático



Los PES tipo placa-alambre son óptimos para calderas en termoeléctricas, ya que en estas instalaciones el flujo de la emisión gaseosa fluye horizontalmente y paralelo a las placas verticales de láminas de metal. Los espacios entre las placas son típicamente de 19 a 38 cm. Los electrodos de alto voltaje son alambres largos con pesas en su extremo inferior, y están colgados entre las placas. Dentro de cada plano de flujo, el gas debe pasar por cada alambre en secuencia a medida que fluye a través de la unidad. Las zonas de flujo entre las placas son llamadas ductos. Las alturas de estos varían entre los 6 y 14 metros.

Para el caso de estos sistemas de control un de los parámetros que se debe monitorear continuamente, es el voltaje con el cual es alimentado, debido a que en este caso, su eficiencia depende directamente de este.

5.1.3 Quemador de gases

Cuando se pretenda realizar el control de la emisión de sustancias volátiles, se debe instalar un quemador, y se deberá monitorear y registrar continuamente la temperatura en la zona de combustión del quemador de la unidad de control.

El propietario u operador debe además registrar y reportar las temperaturas obtenidas del dispositivo de control durante la operación, y realización del estudio de emisiones, y conservar los registros por un periodo mínimo de dos (2) años.

5.1.4 Sistemas de captura y destrucción de sustancias contaminantes

Hace referencia a la instalación de un sistema que realice la captura y destrucción de sustancias contaminantes, siendo necesario aplicar las mismas medidas mencionadas en el numeral correspondiente a sistemas de control de emisiones del presente anexo. Ejemplo de este sistema pueden ser filtros biológicos para la destrucción de compuestos orgánicos volátiles por tratamiento biológico, entre otros.

5.1.5 Sistemas de captura y recuperación de sustancias contaminantes

Hace referencia a la instalación de un sistema que realiza la captura y recuperación de sustancias contaminantes, siendo necesario aplicar las mismas medidas mencionadas en el numeral correspondiente a sistemas de control de emisiones del presente anexo. Ejemplo de este sistema se pueden mencionar los filtros de carbón activado, para la captura de compuestos orgánicos volátiles, entre otros.

5.1.6 Incinerador para destrucción de sustancias contaminantes

El incinerador que se menciona aquí es diferente al utilizado para destruir residuos sólidos o líquidos, como residuos sólidos no peligrosos, desechos peligrosos, desechos hospitalarios, agregados ligeros, lodos de alcantarilla, desechos de madera y biomasa, cadáveres de animales, entre otros. Este elemento se utiliza esencialmente para destruir gases residuales contaminantes generados en procesos de producción.

La actividad que emplee un incinerador para destrucción de sustancias contaminantes, para esta actividad en particular, deberá instalar, calibrar, mantener y operar un sistema de medición de temperatura, que cumpla con las siguientes características:

- Donde se emplee un incinerador térmico, se debe instalar un dispositivo de medición continua de temperatura en el hogar.
- Cuando se emplee un incinerador catalítico, el dispositivo de medición de temperatura se debe instalar en la corriente gaseosa antes y después del lecho catalítico.

Cada dispositivo de medición de temperatura se deberá instalar, calibrar y mantener, de acuerdo a las prácticas y recomendaciones del fabricante. El dispositivo deberá tener una exactitud superior al $\pm 5\%$ de la temperatura que se está midiendo, expresada en grados centígrados ó $\pm 2.5^\circ \text{C}$.

Cada dispositivo de medición de temperatura deberá estar equipado con un instrumento de registro, de modo que se obtengan registros permanentes, ya sea por medios físicos o magnéticos.

La temperatura que se mida en el incinerador no debe mostrar una diferencia superior a 28°C por debajo de la temperatura promedio alcanzada durante la última evaluación de las emisiones.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

5.1.7 Lavador húmedo

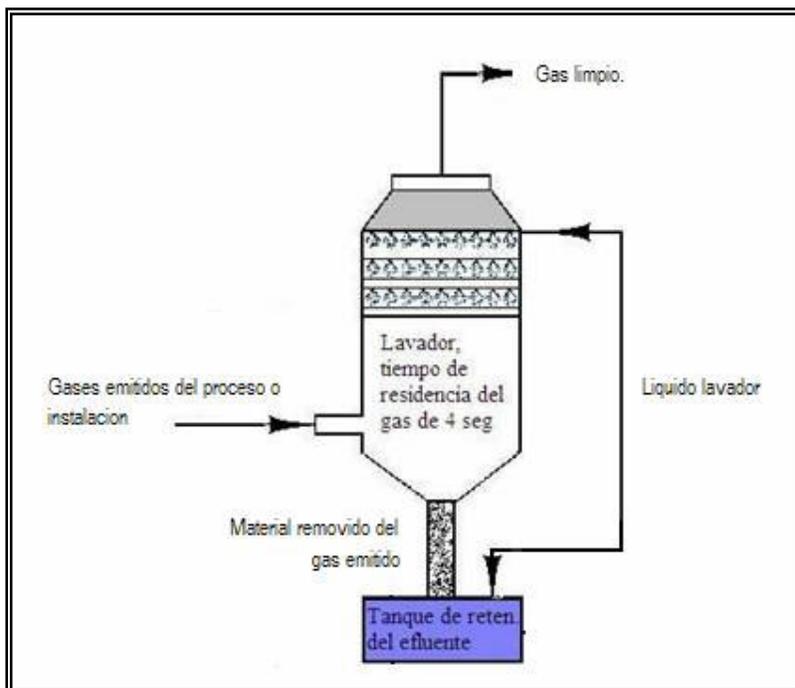
La actividad que emplee un lavador húmedo como sistema de control, deberá instalar, calibrar, operar y mantener un sistema de monitoreo que mida y registre continuamente la caída de presión de los gases a través del lavador, y además registrar la tasa de flujo del líquido que emplea el lavador. La caída de presión monitoreada debe ser certificada por el fabricante con una precisión dentro del 5% de la columna de agua del medidor de presión, al nivel de operación. La precisión del sistema de medición de la tasa de flujo del líquido también debe ser del 5% de la tasa de flujo de diseño.

Se consideran excedencias a los parámetros de los dispositivos de control, los siguientes:

- La caída de presión en el lavador húmedo es inferior al 80% de la lectura realizada durante el último estudio de emisiones presentado a la autoridad ambiental.
- La tasa de flujo del líquido del lavador húmedo es inferior al 80% o superior al 120% de la lectura realizada durante el último estudio de emisiones presentado a la autoridad ambiental.

Cuando se evalúe la emisión del lavador húmedo, el operador o propietario de la fuente fija deberá determinar el cambio promedio de presión del gas a través del lavador y el cambio promedio del caudal del líquido del lavador, durante la realización de una corrida o prueba de evaluación de emisiones. Los valores que se obtengan serán las variables de control que se controlarán en las visitas que se realicen a la actividad en las funciones de seguimiento y control.

Figura 17. Lavador Húmedo

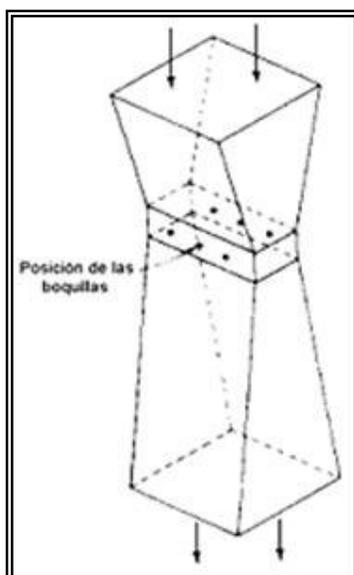


5.1.8 Lavador Venturi

La actividad que instale un lavador venturi, o lavador de otro tipo como sistema de control, deberá instalar un sistema de monitoreo continuo de la caída de presión a través de la garganta o del equipo que se instale. El instrumento de medición que se instale debe estar certificado por el fabricante con una precisión dentro de ± 1 pulgada de agua.

Cuando el lavador sea de tipo venturi, se debe instalar un sistema de monitoreo continuo que registre el agua suministrada al equipo de control. El instrumento de presión se debe instalar cerca al punto de descarga de agua, este debe tener una precisión de $\pm 5\%$ de la presión de diseño de suministro de agua.

Figura 18. Lavador Húmedo



5.1.9 Sistema de extracción

Este requerimiento se puede realizar a actividades que generalmente tienen sistemas de extracción localizada, y no es posible determinar el consumo o producción para la actividad que realizan.

La actividad que instale un sistema de extracción debe además instalar, calibrar, operar y realizar mantenimiento al sistema de medición y registro continuo de la tasa de flujo volumétrica que pasa a través de la campana del sistema de extracción. El instrumento de medición debe tener una precisión de $\pm 10\%$ del rango de operación y se debe calibrar siguiendo las instrucciones del fabricante. La autoridad ambiental podrá exigir al operador o propietario que demuestre la exactitud del sistema comparando los resultados con los métodos 1 y 2.

Alternativamente, se puede determinar la tasa de flujo volumétrica que pasa a través del ventilador del sistema de captura de contaminantes a partir de la potencia consumida, la caída

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

de presión a través del ventilador y la curva de desempeño del mismo. El operador o propietario deberá mantener un registro permanente de la curva de desempeño del ventilador (preparada para una temperatura específica) y deberá: (a) instalar, calibrar, realizar mantenimiento y operar un sistema de medición y registro continuo de la potencia consumida por el motor del ventilador (medido en kilowatios), (b) instalar, calibrar, realizar mantenimiento y operar un sistema de medición y registro continuo de la caída de presión a través del ventilador. Se deben sincronizar las mediciones de consumo de potencia y caída de presión del ventilador, de modo que se puedan realizar comparaciones reales. Los instrumentos de medición deben tener una precisión de $\pm 5\%$ del rango de operación normal. La tasa de flujo volumétrica de cada ventilador que se emplea en el sistema de captura de contaminantes se determina a partir del consumo de potencia, caída de presión y curva de desempeño del ventilador indicado.

La autoridad ambiental podrá verificar la curva de desempeño del ventilador, monitoreando los parámetros de operación necesarios del ventilador y determinando la cantidad de gas movido, relativo a los métodos 1 y 2.

Adicionalmente, a continuación se muestra la descripción de algunos sistemas de monitoreo y medición de variables en los procesos de producción que son indispensables para la determinación del cumplimiento de los estándares de emisión establecidos para cualquier actividad.

5.2 SISTEMAS DE MONITOREO Y MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE LOS PROCESOS

5.2.1 Sistema de alimentación

La instalación de los sistemas de alimentación es indispensable para determinar la capacidad de producción, siendo una herramienta para verificar el cumplimiento de la normatividad de emisión frente a la capacidad de producción instalada, o capacidad de producción para la cual se concede el permiso de emisiones atmosféricas. Adicionalmente, esta información es útil para determinar los factores de emisión de la actividad industrial.

Es indispensable que los sistemas de medición de flujo y de sustancias (materias primas o productos), que se instalen sean calibrados periódicamente, a intervalos inferiores de un (1) año.

La precisión del sistema de medición de flujo debe ser del 5% de lectura. Sin embargo, si el sistema que se emplea es por pesado, la precisión de la balanza debe ser también del 5% de su rango de operación y no se requiere de un sistema de medición de flujo.

5.2.2 Sistema de medición de temperatura

Cada dispositivo de medición de temperatura se deberá instalar, calibrar y mantener, de acuerdo a las prácticas y recomendaciones del fabricante. El dispositivo de medición de temperatura deberá tener una exactitud superior a $\pm 5\%$ de la temperatura que se está midiendo, expresada en grados centígrados, ó $\pm 2,5$ °C.

Cada dispositivo de medición de temperatura deberá estar equipado con un instrumento de registro, de modo que se obtengan registros permanentes, ya sea por medios físicos o magnéticos.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

5.2.3 Consumo de potencia

Los hornos de calentamiento, fusión o fundición, que utilicen energía eléctrica para su funcionamiento pueden llevar un registro de producción en función de la potencia consumida, en este caso se debe instalar, calibrar, mantener y operar un sistema de medición y registro continuo de la potencia consumida por el horno, esta se puede medir a la salida o entrada del transformador. El instrumento de medición debe tener una precisión de $\pm 5\%$ del rango de operación

CAPÍTULO 6. PLAN DE CONTINGENCIA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

De acuerdo con lo establecido en el artículo 79 de la resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya, toda fuente de emisión que cuente con un sistema de control, debe elaborar y enviar a la autoridad ambiental competente para su aprobación, el Plan de Contingencia del Sistema de control, que ejecutará durante la suspensión del funcionamiento de sistemas de control. Adicionalmente, en el artículo 80 de la misma resolución se establece que cuando para efectos de mantenimiento rutinario periódico sea necesario suspender el funcionamiento del sistema de control, se debe ejecutar el Plan de Contingencia aprobado previamente por la autoridad ambiental competente.

Los equipos que hagan parte de los sistemas de control de emisiones atmosféricas, deben ser sometidos a mantenimiento rutinario periódico con el fin de garantizar la eficiencia de funcionamiento de los mismos. Todas las actividades industriales, de comercio o de servicio que tengan instalados sistemas de control de emisiones atmosféricas deberán registrar la información relacionada con la suspensión del funcionamiento de los sistemas de control y deberán activar el plan de contingencia de los sistemas de control cuando la suspensión del funcionamiento del sistema instalado requiera un lapso de tiempo superior a tres (3) horas. Lo anterior, de acuerdo con lo establecido en el artículo 80 de la Resolución 909 del 5 de junio o la que la adicione, modifique o sustituya.

6.1 Contenido del Plan de Contingencia de Sistemas de Control de Emisiones

El plan de contingencia que se envíe a la autoridad ambiental para su aprobación, debe contener la siguiente información:

- Descripción de la actividad que genera la emisión.
- Se debe incluir una descripción de la actividad que se realiza en las instalaciones en las cuales se tiene instalado en sistema de control emisiones atmosféricas.
- Identificación de los sistemas de control de emisiones atmosféricas
- Se debe presentar un listado del (los) sistema(s) de control con que cuenta el proceso o instalación, especificando la referencia, condiciones de operación, la eficiencia de remoción de diseño y la eficiencia real de remoción
- Ubicación de los sistemas de control
- Se deben presentar los planos de las instalaciones con la ubicación geográfica de los sistemas de control de emisiones, incluyendo la ubicación de conexiones y otros que permitan el funcionamiento de los mismos.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

- Identificación, análisis y respuesta a las posibles fallas de los sistemas de control de emisiones
- Listado y explicación de las fallas que se pueden durante el funcionamiento de los sistemas de control instalados, de acuerdo con las variables establecidas en el presente protocolo y lo establecido por el fabricante del mismo.
- Acciones de respuesta a cada una de las situaciones identificadas, especificando quienes son los responsables de ejecutarlas, las herramientas necesarias para realizarlas (Documentos, equipos, requerimientos de personal, etc) y en los casos en los que se tengan establecidas funciones específicas relacionadas con los sistemas de control, se deben definir los cargos.
- Es necesario definir cuáles son los recursos técnicos, económicos y financieros con los cuales se cuenta para ejecutar tanto el plan de mantenimiento de los sistemas de control como los procedimientos de respuesta a cada una de las situaciones que se pueden presentar.
- Procedimientos operativos de respuesta en caso de falla de los sistemas de control de emisiones (Actividades, responsable de cada actividad y el documento o reporte asociado en caso de existir)
- Plan de Mantenimiento de los sistemas de control de emisiones

CAPÍTULO 7. DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE EMISIONES MOLESTAS

De acuerdo con lo establecido en el artículo 68 de la resolución 909 del 5 de junio o la que la adicione, modifique o sustituya, todos los establecimientos de comercio y de servicio que generen emisiones molestas deberán contar con dispositivos para el control de dicha emisiones. Los dispositivos que se instalen deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

7.1 Enmascaramiento De Olores

Este sistema para el control de olores consiste en la permitir la mezcla de un olor (enmascarador) con la emisión molesta. Para la selección del enmascarador se debe tener en cuenta que este no reaccione con las sustancias que contiene la emisión molesta. Cuando existan similitudes entre la composición y cantidad emitida de los dos olores, hay una alta probabilidad de que estos se combinen creando un tercer olor que posiblemente sea más molesto que el inicial; por tal motivo se deberá utilizar el olor enmascarador en mayor proporción.

En el caso que este sea el sistema que se instale, se deberá controlar la cantidad de sustancia enmascaradora que se utiliza.

7.2 Carbón Activado

El carbón activado es un carbón vegetal que gracias a los millones de pequeños poros entre sus átomos, lo convierten un material altamente absorbente. Los sistemas de filtrado con carbón activado se diseñan normalmente para remover cloro, sabores y olores y demás químicos orgánicos. En los casos en los que se instale un sistema que utilice carbón activado como medio filtrante se deberá controlar el grado de saturación del medio. Esto se debe realizar de manera visual. En los casos en los que se observe que los poros del medio filtrante están saturados se deberá cambiar el carbón.

Este sistema no debe ser utilizado en los casos en los que la emisión de gases de la fuente contenga amoníaco, caso en el cual, se deberá utilizar un sistema de filtro biológico.

Lo anterior, debido a que la eficiencia del sistema depende directamente del área de contacto del medio filtrante (carbón), que es lo que va a permitir que se atrapen las sustancias que generan las emisiones molestas.

7.3 Filtro Biológico

El bio-filtro es un dispositivo que utiliza materiales orgánicos húmedos para absorber y degradar compuestos olorosos. El material fresco y humedecido, procesa el aire que se conduce por un ducto y pasa por el lecho de filtración. Los materiales que se usan para la construcción de bio-filtros son el compost, la turba, astillas de madera y corteza de árboles. Estos materiales pueden ser mezclados con materiales biológicamente inertes, como la grava, para mantener una porosidad adecuada.

VERSION NO APROBADA

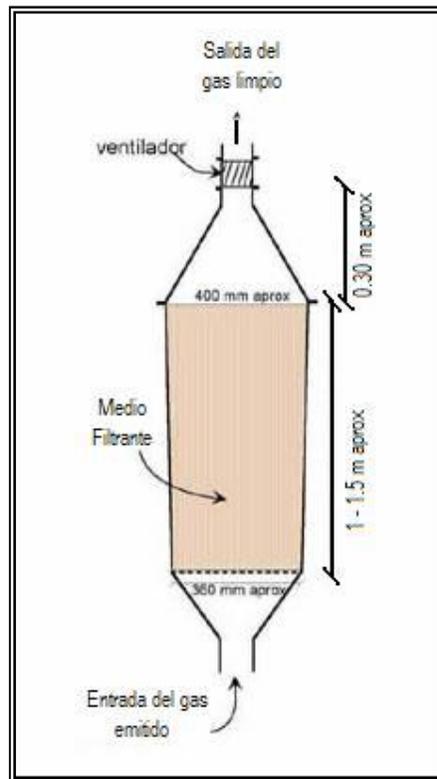
**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

La profundidad del lecho de bio-filtro oscila de 1 a 1.5 metros. Con lechos más someros, hay fugas de gases, y lechos más profundos, son más difíciles de mantener uniformemente húmedos. El bio-filtro ha mostrado ser efectivo en tratar olores asociados con el compostaje, incluyendo el amoniaco y una gama de compuestos orgánicos volátiles. Adicionalmente, se deben tener en cuenta los siguientes criterios de operación.

Temperatura de lecho: óptimo sobre 20 °C

- pH lecho: óptimo sobre 7
- Contenido de humedad del lecho; 40% de la capacidad máxima

Figura 19. Filtro Biológico



CAPÍTULO 8. PRUEBA DE QUEMADO PARA INSTALACIONES DONDE SE REALICE TRATAMIENTO TÉRMICO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 42 de la resolución 909 del 2008 el operador o propietario de cualquier instalación de incineración u horno cementero que realice tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos deberá realizar una prueba de quemado cada vez que desee incluir un residuo y/o desecho al sistema de tratamiento. El operador o propietario deberá informar acerca de la realización de dicha prueba a la autoridad ambiental máximo treinta (30) días previos a la fecha definida para la misma con el fin de coordinar la disponibilidad de tiempo y garantizar que esta asista al desarrollo de la prueba.

El operador o propietario de la instalación deberá enviar a la autoridad ambiental la siguiente información en el informe previo a la prueba de quemado:

- El listado de los residuos que tiene autorizada la instalación de tratamiento térmico de residuos, en la licencia ambiental
- Caracterización del(los) residuo(s) que se desea(n) incluir al tratamiento térmico, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Estado físico
 - Contenido de humedad
 - Contenido de metales pesados, materiales volátiles cloro total y de halógenos
 - Viscosidad (para el caso de residuos líquidos)
 - Poder calorífico
 - Descripción del sistema de almacenamiento
- El registro de las condiciones de operación de la instalación de los últimos doce (12) meses. (Temperatura de las cámaras de combustión y postcombustión (para instalaciones de incineración), Temperatura del horno (Horno cementero que realice coprocesamiento), tiempos de residencia y porcentaje de oxígeno.
- Condiciones de operación bajo las cuales se realizará la prueba de quemado
- La fecha propuesta para realizar la prueba de quemado
- El nombre de la empresa consultora que estará encargada de realizar la prueba
- Los métodos y procedimientos que se aplicarán para la evaluación de las emisiones (se debe tener en cuenta que únicamente se aceptarán los métodos adoptados por el presente protocolo
- Dimensiones de las cámaras de combustión y postcombustión, (forma y tamaño) para el caso de las instalaciones de incineración. Para el caso de hornos cementeros que realicen coprocesamiento se hace referencia a las dimensiones y características del horno
- Eficiencia de los sistemas de control de emisiones atmosféricas que se encuentran operando en la instalación de tratamiento térmico.
- Listado de los contaminantes que serán medidos durante el desarrollo de la prueba de quemado.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

La prueba de quemado se debe realizar cada vez que el operador o propietario de la instalación en la cual se realiza el tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos desee incluir un residuo adicional, diferente a los previamente autorizados por la licencia ambiental. En cada uno de estos casos deberá enviar la información anteriormente mencionada.

La prueba de quemado consiste en la verificación en campo de las condiciones de operación bajo las cuales la instalación de tratamiento térmico realizará lo propio con los diferentes residuos con los cuales alimentará el sistema. Esta prueba se realiza con el objetivo de evaluar las cargas máximas de alimentación, las características físicas y químicas de los residuos y/o desechos peligrosos a alimentar al sistema de tratamiento térmico, la eficiencia de destrucción de los desechos y/o residuos alimentados de tal manera que se garantice el cumplimiento de los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. Esto permitirá entonces realizar una evaluación de la capacidad y eficiencia del sistema instalado.

Dentro de los criterios que se verifican durante el desarrollo de una prueba de quemado se encuentran los siguientes:

- 99.99% de eficiencia de destrucción y remoción de los residuos
- 99% de eficiencia de remoción de HCl

Cuando se realiza pruebas de quemado uno de los principales criterios que se debe analizar es que el horno incinerador esté funcionando bajo las condiciones normales de operación. Adicionalmente, se deben verificar aquellos parámetros que pueden afectar el desempeño de los sistemas de control de emisiones instalados, de acuerdo con lo establecido en el presente protocolo. Por otra parte se debe controlar el ingreso de cenizas y materiales clorados, ya que del contenido de estos en el incinerador dependerán las emisiones de material particulado y de HCl.

Esta evaluación deberá determinar las condiciones puntuales de alimentación de residuos y/o desechos peligrosos y las propiedades tanto físicas como químicas que se deben mantener durante la operación y funcionamiento de la instalación de tratamiento térmico de residuos de manera que se cumplan los valores límites de emisión establecidos para esta actividad.

Para la verificación de la eficiencia de destrucción y remisión se tienen en cuenta consideraciones como la masa de los residuos peligrosos con los cuales se alimenta el sistema, la masa de los compuestos contenidos en la emisión atmosférica y la masa de residuos alimentados al horno. El anterior análisis se realiza aplicando la siguiente ecuación.

$$\%Ef = \frac{Mr - Ce}{Mr}$$

Donde:

%Ef = Eficiencia de destrucción de residuos del sistema

Mr = Masa de residuos alimentados al sistema

Ce = Masa de los compuestos contenida en la emisión atmosférica

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

Metodología para el desarrollo de Pruebas de quemado en instalaciones de tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos.

A continuación se muestran las consideraciones que se deben tener en cuenta para el desarrollo de pruebas de quemado en instalaciones que realicen tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos:

Durante el desarrollo de la prueba de quemado, la autoridad ambiental debe verificar lo siguiente:

- Que los parámetros de diseño del sistema de tratamiento térmico correspondan la información contenido en el informe previo.
- Que los parámetros de operación de la instalación de tratamiento térmico, tales como. temperatura de los quemadores, presión y temperatura en las cámaras, tipo y consumo de combustible y alimentación de residuos correspondan con la información enviada en el informe previo.
- Condiciones y parámetros de operación de los sistemas de control de emisiones instalados.
- Que las características físicas de las cámaras de combustión y postcombustión, (forma y tamaño) para el caso de las instalaciones de incineración y del horno para el caso de hornos cementeros que realicen coprocesamiento coincidan con la información entregada previamente por el operador o propietario de la instalación.
- Que la composición de los residuos con los cuales se alimente el sistema corresponda a lo que estaba previamente autorizado mediante la licencia ambiental y el residuo que se desea incluir.
- Que los métodos aplicados durante la medición sean los adoptados por el presente protocolo y correspondan a los enunciados en el informe inicial.

La autoridad ambiental competente comparará los valores obtenidos durante la prueba de quemado y analizará la información referente a los parámetros de control bajo los cuales se realizó la misma. Dicho análisis debe permitir verificar el cumplimiento de los estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire. De no cumplirse estos estándares, se deberán realizar los ajustes necesarios en el sistema de tratamiento térmico hasta que se cumpla con los mismos.

Informe final de la prueba de quemado

Una vez se ha realizado la prueba de quemado se deberá enviar dentro de los noventa (90) días siguientes al desarrollo de la prueba el informe final de la prueba, el cuál debe contener como mínimo la siguiente información:

- Caracterización física y química de los residuos y/o desechos con los cuales se alimentó el sistema para el desarrollo de la prueba de quemado (es decir, aquellos que fueron sometidos a la prueba de quemado)
- Plan para el aseguramiento y control de la calidad del proceso (actividades, variables y criterios que son tenidos en cuenta en el control operacional de la instalación)

- Descripción ingenieril de las instalaciones utilizadas para realizar el tratamiento térmico de residuos y/o desechos peligrosos
- Métodos y procedimientos de medición utilizados en el momento de la prueba (incluir el título de los métodos y especificar el uso de métodos alternativos si a ello hubo lugar)
- Composición y velocidad de los gases resultantes de la combustión
- Actividades ejecutadas durante el desarrollo de la prueba de quemado
- Condiciones de operación de los equipos que hacen parte del proceso, durante la prueba.
- Condiciones de operación de los sistemas de control (eficiencia, alimentación de energía, condiciones de presión, de temperatura, entre otros)
- Parámetros críticos de operación de la instalación en donde se realiza tratamiento térmico (Presión, temperatura, razón de alimentación de residuos y/o desechos peligrosos)
- Los estándares de emisión admisibles que debe cumplir la instalación que realiza el tratamiento térmico de residuos y/o desechos
- La comparación y análisis de los resultados referentes a las emisiones de contaminantes generadas durante la prueba de quemado con respecto al cumplimiento de los estándares de emisión admisibles y demás parámetros establecidos (temperatura de las cámaras o del horno cementero, tiempo de retención)
- La demás información que se considere necesaria.

ANEXO 1. ACTIVIDADES INDUSTRIALES OBJETO DE CONTROL Y VIGILANCIA

A continuación se presenta una descripción general de las actividades que son objeto de vigilancia y control de acuerdo con lo establecido en la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya:

A 1. Industria productora de cemento

La manufactura de cemento involucra actividades de minería; fractura y molienda de materias primas (principalmente caliza y arcilla); calcinación de los materiales en un horno rotatorio; enfriamiento del Clinker (o escoria) resultante; mezcla del Clinker con yeso; molienda, almacenamiento y empaquetado del cemento o producto terminado. El proceso genera una variedad de residuos, incluyendo polvos, el cual se captura y recicla durante el proceso. El proceso consume gran cantidad de energía, por esto los gases de enfriamiento del Clinker se utilizan como aire secundario para realizar la combustión. Existen dos tipos de procesos, húmedos y secos. Los procesos secos emplean precalentadores y precalcinadores, razón por la cual son económica y ambientalmente preferibles a los procesos húmedos, el consumo de energía puede llegar hasta la mitad de los procesos húmedos.

A 2. Industria de producción de ácido nítrico

Se puede producir ácido nítrico como un intermediario en el proceso de manufactura de nitrato de amonio (NH_4NO_3), el cual se utiliza como fertilizante. El ácido nítrico también se utiliza en oxidación orgánica para manufactura de ácido tereftálico y otras sustancias orgánicas. Se emplea en la manufactura de explosivos por nitraciones orgánicas. Esta nitración se emplea para producir nitrobenzoceno, dinitrotoluenos, y otros químicos intermedios. Dentro de algunos usos del ácido nítrico figuran la separación del oro y la plata, la elaboración de municiones militares, fotograbado y acidificación de roca fosfórica.

El ácido nítrico se produce por dos métodos; el primero emplea oxidación, condensación, y absorción para producir ácido nítrico débil; pudiéndose concentrar entre el 30 y el 70%. El segundo método combina la deshidratación, blanqueo, condensado y absorción para producir ácido nítrico concentrado a partir del ácido nítrico débil. El ácido nítrico concentrado generalmente contiene más de 90% de ácido nítrico.

A 3. Industria de producción de ácido sulfúrico

El ácido sulfúrico es una materia prima básica, empleada para una amplia variedad de procesos industriales y en operaciones de manufactura. Es ampliamente utilizado en la producción de fertilizantes de fosfatos. También tiene otros usos, como la lixiviación de cobre, producción de pigmentos orgánicos, refinación del petróleo, producción de papel y manufactura de productos orgánicos por parte de la industria química.

Las plantas de procesos de contacto se clasifican de acuerdo a la clase materiales cargados, como son quemado del azufre elemental, de ácido sulfúrico agotado y quemado del H_2S , y mineral metal de azufre y quemado del gas del fundidor.

A 4. Industria de producción de ácido clorhídrico

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

La obtención de ácido clorhídrico se puede dar por alguno de los siguientes procesos: Síntesis a partir de los elementos H_2 y Cl_2 , reacción de cloruros metálicos, particularmente cloruro de sodio con ácido sulfúrico ó sulfato de hidrógeno, también como un subproducto que resulta de la clorinación en la producción de diclorometano, tricloroetileno, percloroetileno ó cloruro de vinilo. Además se puede obtener por medio de la descomposición térmica de los metales pesados en cloruro hidratado proveniente del licor gastado en el tratamiento de remoción de impurezas o también se puede obtener como producto de la incineración de residuos orgánicos clorinados. Luego del proceso de clorinación, el ácido clorhídrico es pasado a través de una columna de absorción, donde el ácido clorhídrico líquido es producido por la absorción de los vapores contenidos en la solución débil de ácido clorhídrico. El ácido clorhídrico liberado en los gases de la clorinación es removido posteriormente en el proceso.

A 5. Industria molinera

El movimiento de granos generalmente es realizado por *molinos* u otras instalaciones donde los granos se reciben, almacenan y después distribuyen para uso directo, procesos de manufactura, se exportan o importan. Los molinos generalmente realizan las operaciones de almacenamiento, limpieza, secado y mezclado.

A 6. Fabricación de productos farmacéuticos

En un proceso típico por cochadas, reactivos sólidos y solventes son cargados en un reactor, en donde son sometidos usualmente a temperatura, hasta que se obtiene el producto deseado. El solvente es destilado y el residuo crudo muchas veces es tratado mediante la adición de solventes para purificarlo. El material purificado es separado del solvente remanente mediante centrifugación y finalmente es secado para remover las últimas trazas de solvente. Como una regla, el solvente recuperado se utiliza en los pasos del proceso en donde es conveniente. Algunas operaciones incluyen algunas pérdidas pequeñas de solventes y los vapores son ventilados a la atmósfera.

A 7. Industria productora de llantas y cámaras de caucho natural y sintético

La manufactura de llantas de caucho se realiza a través de once etapas, que incluyen mezcla (pesado y combinación de ingredientes como caucho natural y sintético, aceite, negro de humo, óxido de zinc, azufre, entre otros), molienda, extracción, calandrado, fabricación de la pasta, cementado (adición de adhesivos o solventes), enfriamiento, construcción de carcasas, aplicación de lubricante, vulcanizado, y terminado.

A 8. Producción de caprolactama

La Caprolactama es producida usando como materias primas Ciclohexanona y Sulfato de Hidroxilamina (Hyam). El proceso está dividido en las siguientes etapas: oximación, rearreglo, neutralización, extracción, intercambio iónico, hidrogenación, evaporación y destilación. Durante las etapas de oximación y neutralización se produce como subproducto sulfato de amonio.

La reacción de oximación es llevada a cabo entre la Ciclohexanona y el Hyam a una temperatura de $80^{\circ}C$ y presión atmosférica. Durante la reacción se libera ácido sulfúrico el cual es neutralizado utilizando agua amoniacal produciendo como subproducto el Sulfato de Amonio. La

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

oxima produce Caprolactama mediante una reacción conocida como rearreglo de Beckman, la cual se lleva a cabo en un medio ácido mezclando Óleum y oxima en cantidades apropiadas en un reactor continuo y agitado a una temperatura de 125°C. La mezcla resultante es llevada a una etapa de neutralización con agua amoniacal en donde se produce una cantidad adicional de Sulfato de Amonio. La mezcla resultante de Caprolactama, Sulfato de Amonio, agua e impurezas, se lleva a un separador en donde por diferencia de densidades se separan las dos fases. La fase inferior contiene Sulfato de Amonio y una pequeña cantidad de Caprolactama (2% en peso) y la fase superior contiene en su mayoría Caprolactama (70% en peso). Para eliminar las impurezas y separar el Sulfato de Amonio de la Caprolactama se hacen necesarias las etapas de extracción, intercambio iónico e hidrogenación.

Extracción: Debido a que la fase inferior del separador contiene una pequeña cantidad de Caprolactama, ésta es extraída usando Benceno como solvente. El Sulfato de Amonio resultante es enviado al tanque de almacenamiento de la Planta de Fertilizantes. La fase superior que contiene en su mayoría Caprolactama, es extraída también con Benceno y luego nuevamente extraída con agua, para producir una mezcla de caprolactama-agua libre de la mayoría de impurezas. El Benceno con las impurezas removidas es recuperado en un sistema de destilación y almacenado en un tanque interno de la planta para volver a usarlo en el proceso de extracción. Las impurezas que son removidas del Benceno son recuperadas para su posterior incineración.

Sección de Intercambio Iónico: Debido a que pequeñas trazas de Sulfato de Amonio y algunas impurezas persisten en la mezcla de Caprolactama - agua es necesario utilizar la etapa de intercambio para eliminarlas. Esta sección consta de dos sets de tres columnas de intercambio iónico cada uno, uno de ellos en operación y el otro en regeneración o espera. La mezcla de Caprolactama agua se hace pasar a través del set de resinas para remover la mayoría de impurezas y trazas de Sulfato de Amonio. Debido a que durante este proceso las impurezas se adhieren al cuerpo de las resinas, éstas se agotan o se saturan perdiendo su capacidad. Para recuperar las resinas nuevamente se hace necesario iniciar un ciclo conocido como regeneración para utilizarlas nuevamente. La regeneración debe hacerse con HNO₃ y NaOH diluidos los cuales restablecen la capacidad de la resina. Los efluentes producidos en su mayoría soluciones diluidas de HNO₃ y NaOH, son enviados a un sistema de neutralización para su disposición.

Sección de Hidrogenación: Debido a que prácticamente es imposible remover todas las impurezas presentes, algunas de ellas en cantidades menores a 50 ppm son de carácter insaturado y susceptibles a oxidarse a través del tiempo produciendo un color no deseado en el producto final. Por esta razón, se realiza un proceso de hidrogenación catalítico con el propósito de saturar las pequeñas impurezas presentes y evitar su oxidación durante el proceso de almacenamiento.

A 9. Industria de producción de mezclas asfálticas

La industria de cubierta asfáltica elabora rollos saturados con asfalto, los cuales pueden ser hojas de fibra de vidrio o algún material orgánico. Muchos de estos productos se emplean en la construcción de techos, terrenos, paredes y otras aplicaciones.

La producción de cubiertas asfálticas consta de seis operaciones, que incluyen saturación del fieltro, barnizado, aplicación de superficie mineral (superior e inferior), enfriamiento, secado, terminado (cortado, laminado, entre otras) y empaque. Hay también otras seis operaciones importantes accesorias que se realizan para llevar a cabo el proceso e incluyen almacenamiento

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

del asfalto, soplado, almacenamiento de grava diminuta, almacenamiento del relleno, calentamiento del relleno, y mezclado del relleno con el barniz de asfalto. Generalmente se emplean dos sustratos para la cubierta asfáltica, orgánica (papel) y fibra de vidrio. La elaboración de estos productos utilizando los dos sustratos difiere principalmente en la eliminación del proceso de saturación cuando se emplea fibra de vidrio.

A 10. Industria de fundición de acero

El acero es una aleación de hierro y carbono. Se produce en un proceso de dos fases. Primero el mineral de hierro es reducido o fundido con coque y piedra caliza, produciendo hierro fundido que es moldeado como arrabio o conducido a la siguiente fase como hierro fundido. En la segunda fase, la de acería, tiene por objeto reducir el alto contenido de carbono que el coque introdujo al fundir el mineral y eliminar, las impurezas tales como azufre, fósforo, etc., al mismo tiempo elementos como manganeso, níquel, cromo o vanadio son añadidos en forma de ferro-aleaciones para producir el tipo de acero requerido. Algunas plantas de Acero incluyen la producción de arrabio en alto horno, afino de arrabio en convertidores, hornos de arco eléctrico y sistemas de control de polvos que produzcan aleaciones de carbón o aceros especiales.

La producción del acero en una planta integrada de acero y hierro, se realiza mediante varios procesos. Los más importantes son producción de coque, sinterización, preparación del producto, suministro de calor y energía, manejo y transporte de materias primas, productos intermedios, y materiales residuales.

A 11. Industria de fundición de cobre

El cobre se obtiene de fuentes secundarias, a partir de máquinas perforadoras, dobladoras, taladros; elementos defectuosos de manufactura o excedentes; radiadores de automóviles, tuberías, cables, cepillos y cojinetes; y procesos metalúrgicos de desnatado y formación de escoria. Este cobre secundario se puede refinar en un cobre metálico relativamente puro, o utilizar en pequeñas aplicaciones.

La recuperación del cobre se puede dividir en cuatro operaciones separadas que incluyen pretratamiento de la chatarra, fundición, aleación y formación de piezas. El pretratamiento incluye la limpieza y consolidación de la chatarra para fundición. La fundición consiste en el calentamiento y tratamiento de la chatarra por separación y purificación en metales específicos. La aleación se refiere a la adición de uno o más metales al cobre para obtener las características de calidad deseadas por la combinación de los metales, y la formación de piezas o casting que es el vertido del material refinado fundido o la aleación preparada, en moldes como producto final.

A 12. Industria de fundición de bronce y latón

Estas plantas producen aleaciones que contienen cobre como constituyente predominante, y menores cantidades de zinc, estaño, plomo y otros metales. Estas aleaciones generalmente se producen en hornos de reverbero (que pueden ser de los siguientes tipos: estacionarios, rotatorios, balancín, volcado), eléctricos (emplean electricidad) y alto horno.

A 13. Industria de fundición de plomo

Producción primaria de plomo: El plomo se encuentra naturalmente en forma de mineral de azufre, el cual contiene pequeñas cantidades de cobre, hierro, zinc, metales preciosos y trazas de otros elementos. El procesamiento del plomo concentrado a plomo metalúrgico se realiza mediante tres grandes etapas, sinterizado, reducción y refinación. El principal propósito de la sinterización es reducir el contenido de azufre. En la reducción, el material anterior previamente tostado se lleva a un alto horno, el cual se carga con coque, minerales con gran cantidad de minerales preciosos, escorias y materiales subproductos de otras fundiciones y subproductos de otros procesos de la misma industria. La refinación se realiza mediante el calentamiento en crisoles, con gas natural. El mineral de plomo es vertido desde el alto horno a los crisoles, los cuales se dejan enfriar hasta el punto en el que el cobre asciende, y como material sobre nadante es separado, el material del crisol es después transferido a un horno de reverbero.

Producción secundaria de plomo: Las fundiciones secundarias de plomo producen plomo y aleaciones de plomo a partir de material de desecho de cojinetes a base de plomo. Sin embargo, la gran mayoría del plomo que se recupera proviene de las baterías de automóviles desechadas. Cada batería contiene aproximadamente 8.2 kg de plomo, siendo el 40% aleaciones de plomo y el 60% óxido de plomo. También se extrae de otros materiales como balancés de las ruedas, tuberías, soldadura y escorias. El procesamiento secundario se realiza mediante tres grandes operaciones: pretratamiento de la chatarra, fundición y refinación.

A 14. Industria de producción de cal

La caliza es el producto de calcinación de la piedra caliza a alta temperatura. La roca de piedra caliza posee varias denominaciones y esto depende del contenido de carbonato de calcio, cuando posee al menos 50% se denomina caliza o cal, cuando contiene 30 – 45% de carbonato de magnesio, se denomina dolomita o piedra dolomítica. La calcinación, es un proceso industrial en el que se calienta un material, sin fundirlo, con el fin de eliminar sus componentes volátiles, esto es importante industrialmente en la obtención de cal a partir de la caliza y en la fabricación de cemento Portland.

A 15. Industria fabricante de fibra de vidrio

La fibra de vidrio es un material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra.

Las fibras de vidrio se consiguen fundiendo vidrio en un horno provisto de muchos agujeros minúsculos. El vidrio fundido pasa a través de los orificios y posteriormente se solidifica en finas barras de la longitud deseada.

A 16. Industria fabricante de vidrio

El vidrio producido comercialmente se puede clasificar como cal-soda, sílice fundida, borosilicato, o 96% de sílice. El vidrio basado en cal-soda consta de arena, caliza, ceniza del soda, y retal (vidrio roto). Se pueden introducir agentes de refinación como trióxido de arsénico, óxido de antimonio, nitratos y sulfatos. También se pueden utilizar sulfitos y óxidos metálicos como colorantes o agentes decolorantes. La fabricación del vidrio se realiza en cuatro etapas, que incluyen preparación de material crudo, fundición en horno, formado y terminado.

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

A 17. Industria productora de papel

La producción de pulpa de papel realiza la extracción de la celulosa de la madera mediante la disolución de la lignina que mantiene unidas las fibras de celulosa. Generalmente se emplean cuatro procesos, y son: kraft, sulfito, sulfito neutro (semi químico) y soda. Los tres primeros causan una gran contaminación del aire.

Además de las fibras y de los productos químicos, la fabricación de la pasta y el papel requiere grandes cantidades de agua y energía para el procesamiento (como vapor y electricidad).

La fábrica de papel puede utilizar pasta fabricada en otro lugar (fábricas de pasta no integradas) o puede estar integrada con las operaciones de fabricación de pasta en el mismo lugar (fábricas de pasta integradas). Las fábricas de pasta Kraft pueden ser no integradas o integradas, mientras que las fábricas de pasta al sulfito se encuentran normalmente integradas con la producción de papel. El procesamiento mecánico de la pasta y de la fibra reciclada suele formar parte integrante de la fabricación de papel pero en algunos casos ha llegado a ser una actividad independiente.

La producción de pasta es la principal fuente de impactos ambientales que causa la industria de la pasta y el papel. En general, el proceso de fabricación de papel y cartón consiste en tres etapas: fabricación de la pasta, procesamiento de la pasta, y fabricación del papel o cartón.

Durante el proceso de fabricación de pulpa, las fibras de celulosa se separan de la lignina de la madera, operación que se conoce como deslignificación. Para obtener papeles de mejor calidad, la pulpa deberá deslignificarse o blanquearse. Para ello se emplean dos procesos: Proceso al sulfito (Se utiliza un licor ácido de cocción que se basa en una solución acuosa de dióxido de azufre, SO_2 , y una base, como calcio, sodio, magnesio o amonio.), y proceso Kraft o de sulfato (El proceso Kraft utiliza una solución alcalina de base sódica o licor, constituida por sulfuro sódico, Na_2S , e hidróxido sódico, NaOH , en solución al 10 %).

Blanqueo: Para eliminar el color que produce el lignito residual, la pulpa se blanquea siguiendo de tres a cinco etapas en las que se alternan condiciones ácidas y alcalinas. Los productos químicos más frecuentemente utilizados son cloro, hipoclorito, dióxido de cloro, oxígeno, ozono y peróxido. Recientemente se ha lanzado al comercio el ácido peracético como sustancia química blanqueante.

El proceso de recuperación química Kraft no ha variado mucho desde 1884. El licor negro diluido residual se concentra por evaporación para formar un licor negro concentrado, que se quema en una caldera de recuperación para obtener energía, y los productos químicos del procesamiento se extraen de la mezcla fundidos. A las calderas de recuperación se le suman las calderas alimentadas por combustibles fósiles o por desechos de madera (combustibles a base de desperdicios) cubriéndose así la demanda de energía de la planta.

Las principales emisiones al aire producidas por las fábricas de pasta y papel tienen su origen en la generación de energía y no en el proceso fabril propiamente dicho.

Para la producción de pulpa para papel a la soda se debe considerar solamente para efectos del monitoreo de los contaminantes establecidos en la resolución 909 del 5 de junio o la que la adicione, modifique o sustituya, las emisiones provenientes del horno de recuperación y el horno de Cal.

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

A 18. Industria fabricante de fertilizantes

La industria de producción de fertilizante a base de fosfato se divide en tres segmentos: el de ácido fosfórico y ácido superfosfórico; el de superfosfato normal y superfosfato triple; y el de fosfato del amonio granular.

Ácido fosfórico: Se fabrica agregando cualquier ácido a la roca de fosfato previamente pulverizada o molida, si se emplea ácido sulfúrico, se produce fosfato normal, con un contenido de fósforo de 16-21% de fósforo como pentóxido de fósforo (P_2O_5), si se utiliza ácido fosfórico el resultado es superfosfato triple.

Superfosfato triple: Se han empleado normalmente dos procesos para producir el superfosfato triple: el vertido en pila y el granular.

El vertido en pila es similar al de fabricación de ácido fosfórico. El ácido fosfórico (50-55% de P_2O_5) reacciona con la piedra, previamente molida, en un mezclador tipo cono. El lixiviado resultante se empieza a solidificar durante el transporte lento por una banda transportadora hacia la zona de curado. Al final de la banda, el material se pasa por un cortador mecánico rotatorio que separa la masa sólida. Este material se apila y en almacenamiento tarda 3-5 semanas de curado. Después el producto se somete a molienda, separación de fracciones por tamaños y empaque.

Superfosfato normal: Los superfosfatos normales se preparan por reacción de la piedra de fosfato, previamente molida, con ácido sulfúrico al 65 a 75%. Un factor importante en la producción de superfosfato normal es la cantidad de hierro y aluminio presente en la piedra de fosfato. El aluminio (como Al_2O_3) y el hierro (como Fe_2O_3) por encima del cinco por ciento imparten una adherencia extrema a los superfosfatos y hace que sea difícil de manejar. Se utilizan dos tipos de ácido sulfúrico para la fabricación, el ácido virgen y el ácido agotado. El ácido virgen se produce a partir del azufre elemental, pirites y de gases industriales y es relativamente puro. El ácido agotado es un producto residual, reciclado por varias industrias que usan grandes cantidades de ácido sulfúrico. Los problemas que se han encontrado al emplear el ácido agotado, incluyen: el olor inusual poco amigable y la toxicidad.

Fosfato de amonio: El proceso utiliza diferentes tipos de mezcladores para las plantas de granulación. Los gases residuales del proceso, ricos en amoniaco, normalmente se pasan por un lavador de gases húmedo, antes de descargarlos a la atmósfera.

A 19. Refinerías de petróleo

Corresponden a instalaciones que reciben petróleo o crudo, y realizan operaciones de fraccionamiento en gas licuado de petróleo, nafta (utilizado para producir gasolina), kerosén, combustible para turbinas de aviones, aceite diesel, y aceite residual o fuel oil. Para obtener los productos mencionados se emplean: craqueo catalítico, reformado, craqueo térmico y otros procesos secundarios. Algunas refinerías producen también aceites lubricantes y betunes. Las emisiones que ocurren en refinerías proviene de múltiples fuentes, como: calderas, y procesos de calentamiento (CO , NO_x , SO_x , CO_2); catalizadores (partículas); almacenamiento, cargue,

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

sistemas de separación de aceite y agua, emisiones fugitivas de válvulas, sellos, bridas y drenajes.

A 20. Industria de fundición de zinc

La industria de fundición de zinc secundario procesa metales residuales o chatarra para la recuperación del zinc en forma de trozos de zinc, óxido de zinc, o polvo de zinc. La recuperación del zinc involucra tres operaciones generales realizadas sobre la chatarra, que son: pretratamiento, fundición y refinación. En la fundición, el metal residual se funde en hornos de inducción eléctrica, hornos de reverbero, hornos de crisol y marmitas. El material fundido se agita para que las impurezas salgan a flote y eliminadas por desnatado, el zinc fundido remanente se vierte a unos moldes para someterse a un proceso de refinación. La refinación remueve las impurezas restantes, escoria y el zinc evaporado durante el proceso de refinación en hornos de retorta, por calentamiento hasta alcanzar la evaporación y recuperado por condensación en varias formas, dependiendo de la temperatura, tiempo de recuperación, ausencia o presencia de oxígeno y el equipo empleado durante la condensación. Dentro de los productos finales figuran lingotes de zinc, zinc en polvo, óxido de zinc y aleaciones de zinc.

A 21. Proceso de Galvanotecnia

El proceso de galvanotecnia consiste en ciertas técnicas de obtención, por vía electrolítica de depósitos metálicos en la superficie de los metales, aleaciones y cuerpos no metálicos, generalmente se utiliza plata, níquel, cromo y cobre para realizar este tipo de recubrimientos. La primera etapa consiste en la desoxidación o decapado y el posterior enjuague para asegurar que no hay presencia de elementos extraños en la superficie. Posteriormente se realiza la limpieza tanto física como química de cada una de las partes que va a ser cubierta. Por último se realiza la electrodeposición, previo a un último enjuague y secado.

A 22. Plantas preparación de carbón

La industria del carbón cubre varios sectores, que incluyen extracción del material de la mina, beneficio del material, y preparación del carbón. Las plantas de beneficio y preparación de carbón pueden involucrar los tres sectores o uno de ellos.

Las actividades de minería pueden incluir, o poseer más de una de las siguientes operaciones: remoción de material vegetal y del subsuelo, apilamiento del material extraído para recuperación del terreno, remoción del carbón de la mina, apilamiento del carbón, fragmentación de rocas, cargado de volquetas, transporte fuera de la mina, apilamiento y movimiento de material y almacenamiento.

A 23. Plantas de producción de aleaciones ferrosas

Una aleación ferrosa es una aleación del hierro con cualquier otro elemento diferente al carbón. Este es utilizado para introducir físicamente o servir de transporte de un elemento al metal fundido, usualmente utilizado en la manufactura del acero. En la práctica el término aleación ferrosa se utiliza para agregar cualquier aleación que introduzca elementos reactivos, como níquel o sistemas en aluminio basados en cobalto.

La industria de la aleación ferrosa está asociada a la producción del hierro y el acero. Las aleaciones ferrosas imparten calidades distintivas al acero y al hierro colado. Las principales

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

aleaciones ferrosas son las de cromo, manganeso y silicio. El cromo proporciona resistencia a la corrosión del acero inoxidable. El manganeso es esencial para contrarrestar los efectos perjudiciales del azufre, en la producción de virtualmente todos los aceros y presentaciones que posee el hierro. El silicio se utiliza para la desoxidación del acero y como un agente de liga en el hierro colado. Para impartir características específicas se agregan otros metales, como boro, cobalto, columbio, cobre, molibdeno, níquel, fósforo, titanio, tungsteno, vanadio, circonio y tierras raras.

Una planta típica de aleación ferrosa posee hornos de arco eléctrico sumergido, hornos de reacción exotérmica y celdas electrolíticas.

A 24. Turbinas a gas

Hace referencia a turbinas de gas estacionarias para generación de energía eléctrica que poseen un calor de entrada igual o superior a 10.7 gigajoules (10 millones de BTU) por hora, basado en el poder calorífico bajo del combustible quemado.

A 25. Plantas de manufactura de sulfato de amonio

El sulfato de amonio ($[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$) normalmente se emplea como fertilizante y se puede producir por diferentes procesos tales como subproducto de la producción de caprolactama $[(\text{CH}_2)_5\text{COHN}]$, de la manufactura sintética de las mismas, subproducto de la producción de coque, subproducto de la manufactura de níquel o metil-metacrilato, lavado de gases de escape de plantas de ácido sulfúrico con amoníaco (NH_3), o secado de sulfato de amonio húmedo obtenido del proceso anterior.

A 26. Producción de pigmentos inorgánicos a base de caolín, carbonato de sodio y azufre

El proceso se basa en la calcinación de las materias primas en hornos estacionarios, a una temperatura entre 700 y 800°C. Esta mezcla se coloca en los hornos en crisoles de cerámica cerrados, con lo cual se controla que las condiciones de la atmósfera sean reductoras (pobres en oxígeno) para lograr la formación del pigmento, que inicialmente es de color verdoso. Luego durante el enfriamiento, se hace entrar aire en abundancia al horno, a temperaturas entre 300 y 500 °C, para que el oxígeno oxide la mezcla a través de los poros del recipiente, con lo cual adquiere el color azul deseado.

A 27. Plantas de asfalto y producción de productos de asfalto

La mezcla asfáltica caliente como material de pavimento, es una mezcla de agregados o material pétreo de alta calidad, con tamaños definidos, y cemento líquido de asfalto, que se calienta y mezcla en cantidades proporcionalmente adecuadas. Existen diferentes configuraciones para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente, que incluyen plantas de mezcla por lotes o cochadas, plantas de mezclado continuo, plantas de mezclado con tambores rotatorios y flujo paralelo y plantas de mezclado con tambores rotatorios y flujo en contracorriente. El anterior orden es el orden de aparición cronológico y el estado del arte en cuanto al control de las emisiones atmosféricas.

La producción de asfalto involucra operaciones de apilamiento de agregado, movimiento de agregados, cargue de tolvas, secado en tambos rotatorio, almacenamiento en silo, pesado,

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

cargue de volquetas y transporte al sitio de aplicación. La adición de cemento puede ocurrir durante el pesado (en procesos realizados por lotes) o durante el secado (en el proceso realizado en continuo).

A 28. Calcinadores y secadores industriales de minerales

El calcinador hace referencia a un equipo utilizado para remover el agua combinada (químicamente ligada) y/o gases de un material mineral a través del calentamiento directo o indirecto. Esta definición incluye hornos expandidos y hornos de cámara múltiple.

También tiene que ver con instalaciones que procesan o producen cualquiera de los siguientes minerales o la combinación de algunos de ellos en forma de agregado: arcilla, bentonita, diatomita, feldespato, yeso, arena industrial, caolín, agregado ligero, compuestos de magnesio, perlita, talco, dióxido de titanio, vermiculita, y que utilicen un horno secador o calcinador para el proceso de secado.

A 29. Recubrimiento superficial de muebles metálicos

Es idéntico al proceso de recubrimiento superficial de superficies metálicas, pero hace referencia a muebles metálicos.

A 30. Operaciones de recubrimiento superficial de automóviles y vehículos livianos

La aplicación de recubrimiento superficial a los automóviles durante su fabricación se realiza por una multitud de operaciones llevadas a cabo sobre una línea de ensamblaje. Aunque el proceso puede variar de una planta a otra, hay algunas características que son comunes, como:

- Limpieza con solvente
- Tratamiento con fosfato
- Aplicación de barniz primario
- Curando del barniz primario
- Aplicación de barniz guía
- Curado del barniz guía
- Aplicación del barniz de terminación
- curado del barniz determinación
- Operaciones de reparación final

A 31. Industria de artes gráficas

La industria de artes gráficas generalmente hace referencia a cuatro tipos de imprentas: litografía, tipografía, rotograbado, y flexo grafía. Las tintas que utilizan estas industrias varían considerablemente en apariencia, composición, método de aplicación y mecanismo de secado. Es un sector que puede realizar la emisión de cantidades representativas de sustancias volátiles a la atmósfera y algunas de ellas pueden ser tóxicas.

La aplicación de barniz o pintura a grandes superficies, es realizada por aquellas industrias que aplican un barniz decorativo orgánico o protector a partes, previamente formadas. Grandes superficies son aquellas que se encuentran dentro del rango de: hornos, hornos microondas,

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

refrigeradores, congeladores, lavadoras, secadoras, lavaplatos, calentadores de agua y cualquier otra superficie de operaciones de manufactura similar.

En este tipo de industrias se utilizan una amplia variedad de formulaciones, sin embargo, la que más prevalece es la aplicación de resinas epóxicas, epoxi-acrílicos y poliéster. Se pueden utilizar revestimientos líquidos a base de solventes orgánicos o a base de agua como vehículos de transporte de los sólidos de pintura. Los revestimientos a base de agua pueden ser de tres tipos: soluciones de agua, emulsiones de agua y dispersiones de agua. Todos los revestimientos a base de agua contienen una pequeña cantidad de solvente orgánico (inferior al 20%) que actúa como agente estabilizante, dispersante y emulsificante. Los sistemas basados en agua ofrecen algunas ventajas sobre los sistemas basados en solventes orgánicos. La viscosidad no se incrementa ostensiblemente cuando se incrementa el peso molecular de los sólidos, no son inflamables y tienen limitada toxicidad. Sin embargo, debido a la reducida tasa de evaporación del agua, es difícil lograr un terminado liso.

Aunque los solventes orgánicos se utilizan como primera capa, ellos predominan más en el terminado, esto es en gran parte por que se puede controlar el proceso de terminación y la buena respuesta de los materiales a la aplicación por técnicas de rocío electrostático. Los solventes orgánicos más comunes figuran: cetona, esterés, éteres, aromáticos y alcoholes.

También se utiliza barniz en polvo como revestimiento, la aplicación se realiza en forma de un polvo seco que después se funde en forma de una capa uniforme con ayuda de calor. Las emisiones de este proceso son apenas apreciables.

A 32. Operaciones de recubrimiento superficial a rollos de metal

El barnizado de superficies metálicas enrolladas es un proceso, en el cual se aplica una capa orgánica protectora o decorativa a una hoja de metal plana o enrollada. Aunque las operaciones entre una instalación y otra puede variar, en términos generales son: Limpieza, realizada por tratamiento químico para promover adhesión al metal (también pueden emplear electrogalvanizado); secado; barnizado; secado y curado térmico; enfriado con agua y secado; barnizado y terminación. Los metales procesados puede tener un ancho de pocos centímetros hasta 1.83 metros, y un espesor de 0.018 – 0.229 centímetros. Se pueden emplear una gran variedad de materiales de recubrimiento, dentro de los cuales prevalecen los tipos: poliéster, acrílicos, polifluorocarbonos, resina alquídica (glicerol mas ftalato anhídrido), vinilos y plastisoles. Cerca del 85% de los barnices empleados son a base de solventes orgánicos, y su contenido llega a ser hasta del 80% v/v, con un rango típico de 40 – 60%. El remanente 15% son a base de agua, pero contienen solventes orgánicos entre 2 – 15% v/v. También se emplean sólidos, en la forma de plastisol, organosol, y polvos. Los solventes orgánicos que más se emplean son: xilenos, toluenos, metil etil cetona, acetato celusolve®, butanol, diacetona, alcohol, Celosolve®, Butilcelosolve®, Solveso 100 y 150®, isoprone, butil carbinol, etanol, nitropropano, tetrahidrofurano, Panasolve®, metil isobutil cetona, Hisol®, Tennco T-125®, Isopropanol y disoamil cetona.

A 33. Incineración de Residuos

La incineración de residuos hace referencia a la transformación de los residuos en gases de combustión, escorias y cenizas mediante un proceso de combustión controlada. El proceso se realiza en un horno incinerador constituido principalmente por dos cámaras instaladas de tal manera que los gases generados por la combustión parcial de los residuos en la primera cámara pasan a una segunda cámara o de post-combustión dentro de regímenes de tiempo y temperatura controlados permitiendo una combustión total, para lo cual cada cámara debe contar con sus respectivos dispositivos de control de temperatura y quemadores.

Es importante recalcar que las instalaciones donde se incineren residuos deben contar con el emplazamiento y la instalación completa, incluidas todas las líneas de incineración y las instalaciones para la recepción y almacenamiento de los residuos, sistemas de alimentación de residuos, horno incinerador con dos cámaras de combustión, cuando sea necesario para el cumplimiento de los estándares admisibles de contaminantes contar con las instalaciones de tratamiento de los gases de combustión; si se generan residuos de la incineración en el proceso de incineración, en el tratamiento de los gases de combustión o de las aguas residuales, o en otros procesos dentro de la planta de incineración debe contar con instalaciones de tratamiento y almacenamiento *in situ*; la chimenea; así como los dispositivos y sistemas de control de las operaciones de incineración, de registro y de seguimiento de las condiciones de incineración.

Requisitos para la operación y mantenimiento de incineradores

Para efectos de la presente norma, todos los incineradores deben contar con las siguientes características para su operación y mantenimiento:

- El suministro del aire para la combustión de los residuos debe ser graduable e independiente de la entrada del aire para la combustión del combustible.
- No se debe presentar salidas de gases o de llamas por las puertas de cargue o por la puerta de extracción de cenizas.
- No se debe presentar salida de llamas por la chimenea.
- El incinerador debe tener una puerta para el cargue de los residuos a incinerar y una o varias puertas para la extracción de las cenizas.
- Las paredes metálicas exteriores no deben llegar a 100°C aún en trabajo continuo.
- El incinerador debe tener un diseño que no permita la generación de malos olores.
- El sistema de control para Partículas Suspendidas Totales (PST) debe hacerse por tratamiento seco y/o húmedo.

Para el mantenimiento del incinerador o cualquiera de sus equipos de control, es necesario establecer el valor de la suma de las Concentraciones de los 17 congéneres seleccionados en la tabla 4 en el polvo seco. Si los valores de concentración exceden el valor de 5 µg/kg de Dioxinas o de 10 µg./kg de 2,3,7,8 TCDD debe tomarse precauciones especiales, a fin de proteger la salud de los trabajadores que realizarán el mantenimiento, tales como: Ropa gruesa que no permita por ningún motivo el contacto de la piel con el polvo seco, Vestidos de protección total del cuerpo reforzado en papel fleece o plástico, Capucha plástica para proteger la cabeza, Mascara de recubrimiento medio de la cara con filtro tipo del grupo P2. Con protector para la cara, textil ó de caucho, Guantes de cuero con braceras en tela gruesa, Botas altas de caucho, Los guantes y el vestido de protección deben ser depositados en contenedores ubicados en sitios de acceso restringido, si se quieren reutilizar. De no ser reutilizados, deben ser incinerados, La protección facial textil debe ser utilizada por una sola vez, La protección facial de caucho de la máscara debe ser limpiada con detergente y suficiente agua para su reuso, Las

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

personas deben pasar por un área de descontaminación sometiéndose a una limpieza por intermedio de una boquilla conectada a la aspiradora tipo G en las partes del cuerpo que no cubre el vestido de protección y posteriormente pasando a través de luz UV fotólisis de longitud de onda menor de 290 nm.

El polvo seco encontrado en el sitio donde se hará el mantenimiento debe ser removido con aspiradoras tipo G.

El polvo seco debe ser neutralizado y encapsulado, al cual debe hacerse un análisis TCLP para verificar su adecuado encapsulamiento, para su posterior disposición en relleno sanitario de seguridad o relleno sanitario cuando el anterior no exista.

El área contaminada y la de descontaminación deben ser de uso restringido. Es decir, solo para personal autorizado.

En caso de emergencia por fuego en el área contaminada y de descontaminación, apagar el fuego con CO₂, para lo cual las áreas deben estar provistas con extintores de este tipo.

Incineradores multicámara (Requisitos de operación y Mantenimiento). Cuando el incinerador sea multicámara además de los anteriores requisitos deberá cumplir los siguientes para su operación:

Mínimo dos cámaras: una primaria de cargue, combustión e ignición de los residuos con una temperatura mínima de 850°C y una secundaria de post-combustión donde se queman los gases de combustión con una temperatura mínima de 1200°C. Los residuos deben alimentar las cámaras únicamente cuando se hayan alcanzado y mantenido estas temperaturas. Si durante la operación, la temperatura disminuye, debe ser suspendida la alimentación hasta alcanzar nuevamente las temperaturas indicadas.

El Tiempo de residencia de los gases en la cámara de post-combustión mínimo de dos 2 segundos.

Cada una de las cámaras debe operar con su propio e independiente quemador y control automático de temperatura.

El incinerador deberá registrar automáticamente la temperatura de operación en ambas cámaras.

El incinerador debe estar equipado con quemadores suplementarios de emergencia a fin de mantener la temperatura necesaria para operar. Estos quemadores pueden usar como combustible gas natural, gas propano, Fuel Oil, carbón o cualquier otro aceptado por la normatividad ambiental, con bajo contenido de azufre de acuerdo a la resolución 898 de 1995 y sus modificatorias.

La alimentación y el paso de una cámara a otra deben poseer equipos automáticos que no permitan la alimentación en caso que las temperaturas desciendan por debajo de las requeridas. A continuación se presentan los listados que relacionan: sustancias inorgánicas absorbidas en partículas suspendidas totales (PST), las sustancias orgánicas gaseosas, y las sustancias cancerígenas, y que hacen parte integral del análisis de esta actividad objeto de control y vigilancia.

Tabla A.1. 1. Inorgánicas Absorbidas En Partículas Suspendidas Totales (PST), y Las Sustancias Cancerígenas

VERSION NO APROBADA

**PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS**

Sustancias Inorgánicas Adsorbidas En Partículas Suspendidas Totales (PST).	Sustancias Cancerígenas
<p>CLASE I Cadmio y sus compuestos dados como Cd Mercurio y sus compuestos dados como Hg Talio y sus compuestos dados como Tl</p> <p>CLASE II Arsénico y sus compuestos dados como As Cobalto y sus compuestos dados como Co Níquel y sus compuestos dados como Ni Selenio y sus compuestos dados como Se Telurio y sus compuestos dados como Te</p> <p>CLASE III Antimonio y sus compuestos dados como Sb Plomo y sus compuestos dados como Pb Cromo y sus compuestos dados como Cr Cianidas (ligeramente solubles en agua) dadas como CN Fluoridos (ligeramente solubles en agua) dados como F Cobre y sus compuestos dados como Cu Manganeso y sus compuestos dados como Mn Platino y sus compuestos dados como Pt Paladio y sus compuestos dados como Pd Rodio y sus compuestos dados como Rh Vanadio y sus compuestos dados como V Estaño y sus compuestos dados como Sn</p>	<p>CLASE I Asbestos (crisotile, crocidotile, amosite, antofilite, actinolite y tremolite) como una Fracción fina de las Partículas Suspendidas Totales. Benzo(a) Pireno Berilio y sus compuestos respirables dados como Be Dibenzo (a,h) antraceno Naptilamina</p> <p>CLASE II Trióxido y pentóxido de arsénico, ácido arsenioso y sus sales respirables dados como As. Compuestos respirables de cromo hexavalente, cromato de calcio, cromato de cromo trivalente, cromato de estroncio y cromato de zinc, dados como Cr. Partículas suspendidas Totales (PST) respirable, aerosoles del cobalto metálico y sus sales muy poco solubles en agua dados como Co. 3-3 Diclobencidina Dimetilsulfato Etilenimina Partículas suspendidas Totales (PST) respirable, aerosoles del níquel metálico, sulfuro de níquel y minerales, óxido de níquel, carbonato de níquel, carbonilo de níquel dados como Ni.</p> <p>CLASE III Acilonitrilo Benceno 1,3- Butadieno Cloro-2,3- epoxipropano (epiclorohidrin) 1,2- Dibromoetano 1,2- Epoxipropano Hidracina Clorovinilo</p>

Tabla A.1. 2. Sustancias inorgánicas gaseosas

Sustancias Orgánicas Gaseosas	
<p>CLASE I Acetaldehído C₂H₄O 2- Propenal C₃H₂O (Acroleín) Ácido acrílico C₃H₄O₂</p>	<p>CLASE II Ácido fórmico metil éster C₂H₄O₂ (metil formiato) 2- Butoxietanol C₆H₁₄O₂ (Butil glicol)</p>

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Ácido acril etil éster C ₅ H ₈ O ₂ (Etil acrilato)	Butil aldehído C ₄ H ₈ O
Ácido acril metil éster C ₉ H ₆ O ₂ (Metil acrilato)	Clorobenceno C ₆ H ₅ Cl
Compuestos alquilados de plomo	2- Cloro - 1,3- butadieno C ₄ H ₅ Cl (2-cloropreno)
Ácido fórmico CH ₂ O ₂	Isopropilbenceno C ₉ H ₁₂ (Cumol)
Anilina C ₆ H ₇ N	Ciclohexanona C ₆ H ₁₀ O
Benzoclorados C ₇ H ₇ Cl (l- clorotolueno)	4- Diclobenceno C ₆ H ₄ Cl ₂
Bifenilos C ₁₂ H ₁₀	1,1- Dicloroetano C ₂ H ₄ Cl ₂
Cloroacetaldehído C ₂ H ₃ ClO	Di- (2- etilhexil)- heptalato C ₂₄ H ₃₈ O ₄ (Dioctileptalato)
Ácido cloro acético C ₂ H ₃ ClO ₂	2,6- Dimetilheptano- 4 no C ₇ H ₁₄ O (Diisobutilcetona)
Clorometano CH ₃ Cl	N,N- Dimetilformamida C ₃ H ₇ NO
Cloroformo CHCl ₃ (triclorometano)	Ácido acético C ₂ H ₄ O ₂
1,2 Diclorobenceno C ₆ H ₄ Cl ₂	Ácido acético metil éster C ₃ H ₆ O ₂ (metil acetato)
1,2 Dicloroetano C ₂ H ₄ Cl ₂	Ácido acético vinil éster C ₄ H ₆ O ₂ (vinil acetato)
1,1 Dicloetileno C ₂ H ₂ Cl ₂	2- Etoxietanol C ₄ H ₁₀ O ₂ (etilenglicol monoetiler; etilglicol)
Diclorofenoles C ₆ H ₄ Cl ₂ O	Etil- benceno C ₈ H ₁₀
Dietalamina C ₄ H ₁₁ N	2- Metoxietanol C ₃ H ₈ O ₂ (etilenglicol monometiler; metilglicol)
Dimetilamina C ₂ H ₇ N	Furfuril alcohol C ₅ H ₆ O ₆
1,4 Dioxano C ₄ H ₈ O ₂	Isopropenil benceno C ₉ H ₁₀
Etilamina C ₂ H ₇ N	Disulfuro de carbono CS ₂
Formaldehído CH ₂ O	Ácido metacrilometil éster C ₅ H ₈ O ₂ (metil metacrilato)
2- Furaldehido C ₅ H ₄ O ₂ (furfuol, furfural)	1,1,1- Tricloroetano C ₂ H ₃ Cl ₃ (metilcloroformo)
Partículas Suspendidas Totales (PST) respirable de madera	Metilciclohexanona C ₇ H ₁₂ O
Cresoles C ₇ H ₈ O	Naftaleno C ₁₀ H ₈
Malein ácido anhídrico C ₄ H ₂ O ₃	Tetracloroetileno C ₂ Cl ₄ (Percloroetileno)
Mercaptanos (Tioalcoholes)	Propionaldehído C ₃ H ₆ O
Metil amina CH ₅ N	Ácido propiónico C ₃ H ₆ O
1,1,2 Tricloroetano C ₂ H ₃ Cl ₃	Estireno C ₈ H ₈
4- Metil m-fenileno disocianato C ₉ H ₆ N ₂ O ₂ (2,4- toluen diisocianato)	Tetrahidrofuranano C ₄ H ₈ O
Nitrobenceno C ₆ H ₅ NO ₂	Tolueno C ₇ H ₈
Nitrocresoles C ₇ H ₇ NO ₂	Tricloroetileno C ₂ HCl ₃
Nitrofenoles C ₆ H ₅ NO ₃	Trimetilbencenos C ₉ H ₁₂
Nitrotolueno C ₇ H ₇ NO ₂	2,4- Xilenol C ₈ H ₁₀ O
Fenol C ₆ H ₆ O	Xilenos C ₈ H ₁₀
Piridina C ₅ H ₅ N	
1,1,2,2- Tetracloroetano C ₂ H ₂ Cl ₄	CLASE III
Tetraclorometano CCl ₄	Acetona C ₃ H ₆ O
Tiooeter	Alquil alcoholes (etanol, metanol, etc.)
o- Tolidina C ₇ H ₉ N	2- Butanona C ₄ H ₈ O (etil-metil cetona)
Tricloro fenoles C ₆ H ₃ OCl ₃	Ácido acético butil éster C ₆ H ₁₂ O ₂ (acetato de butilo)
Trietil amina C ₆ H ₁₅ N	Cloroetano C ₂ H ₅ Cl (cloroetilo)
Xilenos C ₈ H ₁₀ O (exceptuando 2,4- xilenol)	4- Hidroxi-4- metil-2- pentanona C ₆ H ₁₂ O ₂

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

	(diacetona alcohol) Dibutil eter $C_8H_{18}O$ Dicloro- difluorometano CCl_2F_2 1,2- Dicloroetileno $C_2H_2Cl_2$ Diclorometano CH_2Cl_2 (clorometileno) 2,2'- Iminodietanol $C_4H_{11}NO_2$ (dietanolamina) Dietileter $C_4H_{10}O$ Diisopropileter $C_6H_{14}O$ Dimetileter C_2H_6O Ácido acético etil éster $C_4H_8O_2$ (etil acetato) Etilenglicol $C_2H_6O_2$ (glicol) 4- Metil-2- pentanona $C_6H_{12}O$ (isobutil metil cetona) Metil benzoato $C_8H_8O_2$ N- Metil pirolidona C_5H_9NO Olefina- hidrocarburos (con excepción 1,3 Butadieno) Parafina- hidrocarburos (con excepción metano) Pininas $C_{10}H_{16}$ Triclorofluorometano CCl_3F
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

A 34. Tratamiento térmico de subproductos de animales.

Para realizar el proceso de tratamiento térmico de subproductos de animales, se debe contar con un sistema de tratamiento que permita que los subproductos de animales sean sometidos a condiciones de temperatura y presión suficientes, durante periodos de tiempo específicos para el proceso, de forma tal que consiga la total destrucción de microorganismo patógenos presentes o potencialmente presentes en los subproductos de animales a tratar. Se debe contar con sistemas de indicadores automáticos de tiempos, temperaturas y presiones del proceso. Para realizar el proceso se debe contar con un área exclusiva para la recepción de los subproductos de animales, esta área debe ser cerrada y con pisos y paredes que se puedan desinfectar fácilmente.

Los subproductos de animales son depositados en una tolva de recepción para triturarlos y luego se evacuarán del fondo del triturador mediante transportadores mecánicos apropiados hasta la boca de carga del fundidor o cooker.

En el fundidor o cooker es donde se realiza el tratamiento térmico de los subproductos de animales. Estos son sometidos a temperaturas superiores a 100 C y a presión suficiente, durante períodos de tiempo específicos para el proceso, de forma que se consiga la total destrucción de los microorganismos patógenos y no patógenos presentes o potencialmente presentes en los subproductos de animales de tratamiento.

No obstante lo señalado anteriormente, podrán utilizarse otros equipos y tratamientos de higienización a tenor de los avances tecnológicos en estos procesos industriales.

Se debe contar con instalaciones de filtración, tamizado o precolado que permitan la separación de las fracciones sólidas y líquidas resultantes del proceso de fundido.

Si durante el proceso se obtienen grasas es necesario contar con equipos de extracción de grasas, que podrán incluir uno o varios de los siguientes: prensa hidráulica, expulsor de grasa, extractor centrífugo, instalaciones de extracción mediante solventes autorizados u otros procedimientos técnicamente apropiados. En el caso de adoptar el método de extracción

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA GENERADA POR FUENTES FIJAS

mediante solventes, se adoptarán las medidas de seguridad previstas en la legislación vigente en función del disolvente utilizado.

Se debe contar con un equipo de secado y molienda con colector ciclónico para harinas. Por último contar con Instalación de envasado de harina y depósitos para almacenamiento de grasas.

Equipos e instalaciones complementarias. Las Industrias que se dediquen al aprovechamiento de sangre cruda, así como las que aprovechan subproductos avícolas, contarán con equipos e instalaciones apropiadas para cocción y secado higiénico del producto fresco, así como de equipos de molienda y envasado del producto final. En su fabricación podrán utilizarse los procedimientos técnicos siguientes: cocción y secado tradicional, coagulación-secado y coagulación-centrifugado-secado y otros técnicamente apropiados. En todo caso deberán asegurarse las máximas condiciones higiénicas en el proceso de fabricación. Para los subproductos avícolas se utilizarán procedimientos de cocción y secado que aseguren la hidrolización de las plumas.

A 35. Otras Actividades Industriales

Incluyen actividades potencialmente contaminantes como las que se mencionan a continuación.

Producción y empleo de sustancias químicas orgánicas sintéticas

Las emisiones provenientes de procesos de manufactura de químicos y productos químicos, en ocasiones son recuperadas por razones económicas. Las emisiones se producen en sistemas cerrados o descargados a dispositivos de combustión, y en el peor de los casos descargados a la atmósfera sin tratamiento alguno. Los puntos de emisión típicos son válvulas, bridas, bombas y compresores; el almacenamiento y transferencia de productos e intermedios; el manejo de aguas residuales; y sistemas de escape de emergencias.

Las sustancias petroquímicas básicas, manufacturadas por rompimiento o formación, y otros procesos, incluyen: olefinas (etileno, propileno, butilenos y butadieno) y aromáticos (bencenos, toluenos, xilenos).

Las bases petroquímicas o productos derivados de ellas, que conjuntamente con otras sustancias se convierten en una amplia variedad de productos, como resinas y plásticos (polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, polipropileno, poliestireno, cloruro de polivinilo), fibras sintéticas como el poliéster y acrílico, acrilonitrilo estireno butadieno (en inglés ABS), cauchos, incluyendo caucho butadieno estireno y polibutadieno. Algunas de las emisiones son cancerígenas o tóxicas, como el etileno y el propileno, por que pueden ser precursores de formación de sustancias óxidos extremadamente tóxicos. Dentro de las sustancias volátiles liberadas se incluyen también acetaldehído, acetona, bencenos, toluenos, tricloroetileno, triclorotolueno, y xilenos. La emisión de estas sustancias es en gran parte de tipo fugitivo y depende de los procesos de producción, manejo de materiales, tratamiento de las emisiones, mantenimiento de equipos, y condiciones climáticas.

Manufactura de batería ácida de plomo

La industria de las baterías está dividida en dos sectores: baterías de arranque, luz e ignición (ALI), y baterías industriales o tracción. Las baterías ALI se usan principalmente en automóviles. Las baterías industriales incluyen aquellas utilizadas para el suministro de potencia no interrumpible o fuentes de potencia, y las baterías de tracción utilizadas como potencia eléctrica de los vehículos. Las baterías ácidas se producen a partir de lingotes de aleaciones de plomo y óxido de plomo. El óxido de plomo lo puede preparar el fabricante de la batería, como es el caso de las grandes industrias fabricantes de baterías, o lo puede adquirir de un distribuidor comercial. Las celdas de las baterías se fabrican por operaciones de moldeado o estampado.

Plantas de procesamiento de gas natural

La presente sección aplica a plantas de producción de gas natural, y aplica al sistema de extracción y los equipos en superficie, como son: separadores, calentadores, tanques, deshidratadores, compresores, bombas y tuberías de recolección. No se incluye dentro de este sector el equipo asociado con el venteo, teas, o re inyección de gas natural. Para la obtención de gas natural se obtienen otros productos líquidos que pueden ser: gasolina natural, butano, propano, y en algunos casos etano, que se remueven por compresión y enfriamiento o absorción.

Industria de manufactura de polímeros

Hace referencia a las industrias involucradas en la manufactura de polipropileno, polietileno, poliestireno o polietileno teraftalato. Forman parte de también los equipos empleados para la manufactura de estos polímeros, comenzando con la preparación de las materias primas y finalizando con el almacenamiento de los productos terminados.

Procesos de destilación

La destilación es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla. Un equipo de destilación simple consta de las siguientes unidades: un recipiente equipado con un termómetro y un tubo de salida para dejar salir los vapores evaporados; un condensador, con el fin de enfriar los vapores; y un recipiente o depósito donde se almacenan los vapores condensados.

Procesos de producción de fibra sintética

En la actualidad, la mayoría de las fibras sintéticas se fabrican a partir de derivados petroquímicos y están formadas por polímeros muy largos parecidos a los plásticos en su estructura.

La primera fibra plástica de gran aceptación comercial fue el Nylon. Desde su aparición se han desarrollado muchas otras fibras sintéticas, como las acrílicas, las olefinas y los poliéster. Las fibras sintéticas se fabrican, al igual que el rayón y el acetato, dando forma de filamentos a los líquidos dentro de un ambiente que hace que se solidifiquen. Los acetatos y triacetatos, que son sintéticos, se desarrollaron poco después que el rayón. Se trata de plásticos obtenidos de la celulosa a través de un proceso similar al del rayón. En este caso se altera químicamente la celulosa para formar ésteres.

Calderas para generación de vapor

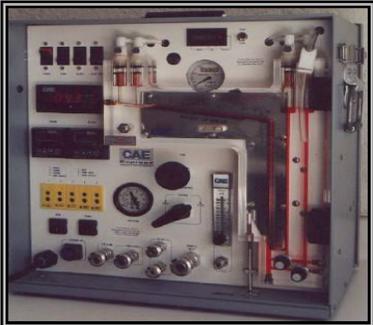
A pesar que no es una actividad industrial propiamente dicha, si hace parte de gran cantidad de procesos de actividades industriales, por lo que deben ser tratadas de manera separada. Las calderas se pueden clasificar de tres clases: comerciales, como las empleadas para la calefacción de edificios; industriales, empleadas para procesos de manufactura; y eléctricas, para la generación de electricidad. Todas las calderas poseen cuatro secciones, bien diferenciadas: el quemador, cámara de combustión, el intercambiador de calor, y el método empleado para inyectar el combustible. Las calderas grandes poseen equipos auxiliares, como dispositivos de seguridad de la llama, sopladoras de cenizas, precalentadores de aire, economizadoras, sobre calentadores, calentadores de combustible, o analizadores automáticos de gases.

Termoeléctricas

Una central termoeléctrica es una instalación industrial empleada para la generación de electricidad a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de algún combustible fósil como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica. En la actualidad se están construyendo numerosas centrales termoeléctricas de las denominadas de ciclo combinado, que son un tipo de central que utiliza gas natural como combustible para producir el vapor que mueve una turbina de vapor. A continuación, aprovechando de la energía de los gases de escape de la combustión se mueve una turbina de gas. Cada una de estas turbinas está acoplada a su correspondiente alternador para generar la electricidad como en una central termoeléctrica clásica.

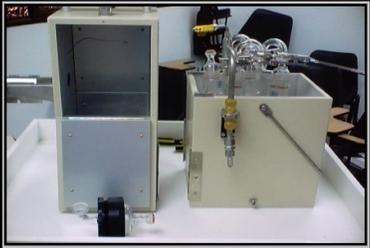
ANEXO 2. EQUIPO DE MONITOREO POR MEDICIÓN DIRECTA Y AJUSTE INICIAL DEL EQUIPO

Tabla A.2. 1. Descripción del Equipo

Equipo / dispositivo	Imagen	Descripción
BOQUILLA		<p>La boquilla es un dispositivo fabricado generalmente en acero inoxidable, cuarzo o borosilicato cuyo filo en la parte final debe estar hacia el exterior, para conservar un diámetro interno constante, por el mismo motivo debe ser construida de una sola pieza. Se debe disponer de una variedad de tamaños ya que van desde 0,32 -1,27 cm de diámetro interior.</p>
SONDA		<p>La sonda consiste en un tubo metálico que se encuentra recubierto con una resistencia eléctrica variable para calefacción, en un extremo la sonda tiene una unión esférica para acoplarse al resto del equipo. En el otro extremo tiene un acople para colocar la boquilla toma muestra, también tiene un termopar para medir la temperatura del gas y un tubo pitot tipo S con sus respectivas conexiones al manómetro ubicado en el modulo de control. Cuenta con todas las conexiones eléctricas necesarias para su operación.</p>
CONSOLA		<p>Con esta unidad se controlan las operaciones necesarias para la toma de la muestra. Consiste en un indicador múltiple de temperaturas, interruptores y reóstatos necesarios para la operación del sistema, un medidor de volumen para gases secos con carátula indicadora, un manómetro de vacío para la operación de la bomba de vacío con sus correspondientes válvulas de control fino y grueso. Los manómetros para la determinación de caídas de presión en el tubo pitot-S y en el orificio, están las tomas de presión y eléctricas.</p>

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

PORTAFILTRO		<p>Fabricado en vidrio de borosilicato, con un soporte para el filtro de frita de vidrio y un empaque de caucho de silicona. Pueden utilizarse otros materiales de construcción (por ejemplo, acero inoxidable o teflón, su objetivo es garantizar la hermeticidad tanto en su entrada y salida, como alrededor del filtro, se ubica inmediatamente a la salida de la sonda (o ciclón, si es utilizado).</p>
MODULO DE TOMA DE MUESTRA		<p>El modulo de toma de muestra consiste de dos secciones: La primera es la sección caliente (horno) donde se coloca el filtro y el ciclón, esta sección tiene un termopar para medir la temperatura del horno y una resistencia eléctrica variable para calentar toda la sección. La segunda sección es fría (nevera), consiste en una caja aislada donde se colocan los "impinger" o impactadores en un baño de agua o hielo.</p>
IMPACTADORES		<p>Los impactadores son recipientes de vidrio, que se unen entre sí de manera hermética para hacer pasar la muestra, luego de que esta ha sido filtrada. Se ubican en la cámara fría, que es bañada en su interior agua o hielo. El contenido de cada uno de los impactadores depende del método utilizado para la determinación de los contaminantes</p>
CORDON UMBILICAL		<p>Es el dispositivo que conecta la sonda de toma de muestra con el módulo de control, por medio del cual se transmiten al modulo de control los datos de presión y temperatura en la sonda de toma de muestra.</p>

<p>BOMBA VACIO</p> <p>DE</p>		<p>La bomba se utiliza para forzar el paso continuo de la muestra por el equipo de monitoreo, de manera que se pueda controlar el volumen que ha sido transportado.</p>
<p>EQUIPO MONITOREO</p> <p>DE</p>	<p>EQUIPO DE MONITOREO</p> 	

ANEXO 3. FORMATO PARA LA IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Razón Social _____

NIT. _____

Actividad económica principal: _____

Representante Legal _____ C.C. _____

Municipio: _____ Departamento: _____

Dirección: _____

Geo-referenciación: X: _____ Y: _____ Z: _____

Teléfono: _____ Fax : _____ e – mail : _____

Presión barométrica: _____ (mm Hg). _____ Altitud: _____ msnm _____

Temperatura ambiente: _____ (°C)

Producción horaria en Toneladas (en términos de producto terminado) relacionada con la fuente que se está midiendo): _____ (Ton/h)

2. UBICACIÓN SEGÚN P.O.T - E.O.T ó P.B.O.T : Zona Urbana: _____ Zona: Rural: _____

3. FECHA DE LA MEDICIÓN: _____

4. ENCARGADO POR PARTE DE LA EMPRESA:

Nombre: _____ Cargo: _____

5. NOMBRE EMPRESA QUE REALIZA LA MEDICIÓN: _____

6. LABORATORIO QUE REALIZA LOS ANÁLISIS: _____

7. CONTAMINANTES A MEDIR:

Material Particulado: _____ Dióxido de Azufre: (SO₂) _____ Óxidos de Nitrógeno (NO_x) _____

HF: _____ HCl: _____ Hidrocarburos Totales (HC_T): _____ Dioxinas y Furanos: _____

Neblina Ácida (H₂SO₄): _____ Plomo (Pb): _____ Cadmio (Cd): _____ Cobre (Cu): _____

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Amoniaco (NH_3): _____ Sulfuro de Hidrógeno (H_2S) y Mercaptanos: _____

Monóxido de Carbono (CO): _____ Carbono Orgánico Total (COT): _____

Mercurio (Hg): _____ Benzopireno y Dibenzo antraceno: _____

ANEXO 4. FORMATO PARA CONSIGNAR LOS DATOS DE CAMPO

A continuación se presentan los formatos que deben ser utilizados para el registro de los datos de campo. Únicamente se aceptarán formatos adicionales en los casos que el encargado de realizar el estudio considere que debe anexar información relevante de las condiciones bajo las cuales se realizó el monitoreo de las emisiones.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO O INSTALACIÓN EN EL QUE SE REALIZA LA MEDICIÓN

Para ello se deberá diligenciar los ítems del siguiente cuadro que apliquen para el tipo de fuente fija o complementar aquellos ítems que falten (horno, caldera, incinerador). En el caso de no aplicar el algún ítem del cuadro, colocar N.A.

Fuente fija		
Tipo de Caldera		
Tipo de horno		
Tipo de incinerador		
Marca		
Modelo		
Serie		
Fecha de fabricación		
Capacidad		
Presión de vapor de diseño		
Presión de vapor de trabajo máxima		
Presión de funcionamiento durante la toma de la muestra PSI		
Tipo de quemador		
Altura de chimenea (contado a partir del piso)		
Diámetro de chimenea		
Tipo de terminación (antilluvia) de la chimenea		
Producción de vapor lb/h		
Tiempo de funcionamiento(h/día, día/semana/, días año).		
Datos del combustible	Tipo procedencia	
	consumo Nominal kg/h- g/h	
	consumo Real kg/h- g/h	
	% de Azufre **	
	Poder calorífico	
	Sistema de alimentación	
	Tipo de almacenamiento	
Temperatura cámara de combustión		

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Temperatura Cámara de post combustión		
Equipo control de emisiones	Material particulado	
	Gases	
Tipo y frecuencia de mantenimiento de la fuente fija, que genera la emisión		

**Anexar la ficha técnica del combustible

Otras especificaciones técnicas de la fuente fija:

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

Modelo y número de serie del equipo empleado			
Número de serie de la consola			
Factor de Calibración	(Y)		
Coefficiente del orificio	($\Delta H @$)		mm H ₂ O
Identificación del tubo Pitot			
Coefficiente del tubo Pitot	(Cp)		
Identificación del Analizador de Gases			
Identificación de la boquilla			
Diámetro de la boquilla	Dn		mm
Identificación de la sonda			
Longitud de la Sonda			m
Material de la línea de toma de muestra			
Identificación de la caja de filtro			
Identificación caja de burbujeadores			

UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE TOMA DE MUESTRA

Forma de la chimenea: circular rectangular

Circular: diámetro (m) _____

Rectangular: largo (m) _____ ancho (m) _____

Altura chimenea (m): _____

Número de puntos de toma de muestra: _____

Numero de travesías: _____ Número de puntos por travesías: _____

Numero de diámetros antes de la siguiente perturbación: _____

Numero de diámetros después de la última perturbación: _____

Tiempo de toma de muestra por punto: _____

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

Longitud Niple (cm): _____

Distancia desde la pared de la chimenea hasta el punto de toma de muestra					
Punto	% diámetro	Distancia	Punto	% diámetro	distancia
1			13		
2			14		
3			15		
4			16		
5			17		
6			18		
7			19		
8			20		
9			21		
10			22		
11			23		
12			24		

REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE FUGAS

Registrar los datos de la prueba de fugas, según procedimiento método 5 EPA, sección 8.4 (edición 7-1-01), donde se compruebe que el medidor de gas seco no varía más de 0.00057 m³ / min.

Volumen inicial (m ³)	
Volumen final (m ³)	
Presión máxima de succión (kPa)	
Tiempo (seg)	
Caudal de fuga (m ³ /min)	
Caudal de fuga (cfm)	

VERIFICACIÓN DE LA AUSENCIA DEL FLUJO CICLÓNICO

De acuerdo al procedimiento descrito en la norma EPA, método 1, sección 11.4

Punto	(Ts) _i (°C)	(ΔP) _i (mmHg)	Ángulo θ °	(Va) _i m/s.	Punto	(Ts) _i (°C)	(ΔP) _i (mmHg)	(Va) _i	Ángulo θ °
1					13				
2					14				
3					15				
4					16				
5					17				
6					18				
7					19				
8					20				
9					21				
10					22				
11					23				

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

12					24				
----	--	--	--	--	----	--	--	--	--

Criterios de aceptabilidad:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Ángulo } \theta_i}{n}$$

El promedio de los ángulos deberá ser $\leq 20^\circ$ y la desviación estándar $Sd \leq 10$ para que se pueda determinar que no existe presencia de flujo ciclónico.

DETERMINACIÓN PRELIMINAR DE LA VELOCIDAD DE LOS GASES EN EL DUCTO O CHIMENEA

Diámetro: ----- Longitud Niple: -----

Punto	σP mm H ₂ O	P_s mm H ₂ O	TS °C	Punto	σP mm H ₂ O	P_s mm H ₂ O	TS °C
1				13			
2				14			
3				15			
4				16			
5				17			
6				18			
7				19			
8				20			
9				21			
10				22			
11				23			
12				24			
sumat				sumat			
Prom.				Prom.			

RESULTADOS FINALES	$\sigma P =$	TS =	PS =	VS =	Tm
-----------------------	--------------	------	------	------	----

ANÁLISIS DE GASES DE COMBUSTIÓN Y PESO MOLECULAR GAS SECO Y CÁLCULO DEL DIÁMETRO BOQUILLA IDEAL

VERSION NO APROBADA
 PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
 GENERADA POR FUENTES FIJAS

Gases De Combustión y Peso Molecular Gas Seco

No. Mediciones	% CO ₂	% O ₂	% CO	% N ₂	T.°C ambiente	TS °C gases chimenea	% Eficiencia	%Exceso aire
1								
2								
3								
4								
5								

Md (g/gmol) = _____

Humedad asumida en % (BWS): _____

Criterio utilizado para asumir la humedad: _____

Ms(g/gmol)= _____

Calculo del Diámetro Boquilla Ideal: Con los datos del recorrido preliminar (Método 2) y el Ms, se calcula el diámetro de la boquilla ideal.

DATOS PARA EL CALCULO DÍAMETRO BOQUILLA IDEAL	
Qm = Caudal a través del medidor de gas seco, normalmente 0.0212 m ³ /min.	
Pm = Presión absoluta en el medidor de gas seco, mmHg.	
Tm = Temperatura promedio en el medidor de gas seco, K.	
Cp = Coeficiente del tubo pitot.	
Bws = Fracción volumétrica de vapor de agua en la corriente gaseosa	
Ts = Temperatura promedio del gas en la chimenea, K.	
Ms = Masa molar del gas en la chimenea, g/mol.	
Md = Masa molar del gas seco en la chimenea (g/mol)	
Ps = Presión absoluta en la chimenea (mmHg)	
ΔP = Gradiente de Presión promedio del gas en la chimenea. (mmH ₂ O)	
ΔH@ = Coeficiente del medidor de orificio, mmH ₂ O.	
Bwm = Fracción volumétrica de vapor de agua en la corriente gaseosa.(asumida)	
Dni = Diámetro de la boquilla ideal, mm.	
Dna= Diámetro boquilla actual	

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD CONTENIDA EN LOS GASES DE LA CHIMENEA (Bws).

VERSION NO APROBADA
 PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
 GENERADA POR FUENTES FIJAS

Humedad (bws) real de los gases:

Burbujeadores	final W grs.	final W Peso inicial W inicial grs.	ΔW gr
1. con 100ml de H ₂ O destilada			
2. con 100ml de H ₂ O destilada			
3. Vacío			
4. con 200 gr sílica			
Volumen total de agua recolectada en los impinger			

Ms(g/gmol) con la humedad real de los gases = _____

DETERMINACIÓN DE LA EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO

Datos para el cálculo del Factor de Proporcionalidad K entre ΔH Y ΔP

DATOS PARA EL CÁLCULO DE K	
$\Delta H@$ = Coeficiente del medidor de orificio, mmH ₂ O.	
Md/Ms	
Ps/Pm	
(1-Bws)/(1-Bwm)	
Cp2	
Dna4 (diámetro de la boquilla actual)	
Tm/Ts	
K = Factor de proporcionalidad entre ΔP y ΔH para la medición isocinética	

DATOS DE CAMPO (Método 5)

Punto travesía	Tiempo de toma de muestra por punto	lectura medidor gas seco Vm	Cabeza de Velocidad σP	σH Ideal	σH actual	Temp. Ts Chimenea	Tmi. entrada	Tmo. Salida	Tem. caja Filtro TF	Tem. Salida último	Tem. Sonda	**	MSV	%I
	min.	m3	mm H2O	mm H2O	mm H2O	°C	°C	°C	°C	°C				
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
Prom														

**Sistema de vacío

RESUMEN DE DATOS PROMEDIOS DURANTE LA TOMA DE MUESTRA (Método 5)

VERSION NO APROBADA
 PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
 GENERADA POR FUENTES FIJAS

PARÁMETROS PROMEDIOS DE LA TOMA DE MUESTRA	VALORES	UNIDADES
TIEMPO TOTAL DE TOMA DE MUESTRA (t)		min.
MÁXIMO SISTEMA DE VACIO (M.SV)		mmHg
TEMPERATURA PROMEDIO GASES CHIMENEA (Ts)		°C
CABEZA DE VELOCIDAD PROMEDIA (DELTA P)		mmH2O
VELOCIDAD PROMEDIO DE GASES EN LA CHIMENEA (VS)		m/Seg
PRESION PROMEDIO DEL ORIFICIO (DELTA H)		mmHg
VOLUMEN TOTAL DE TOMA DE MUESTRA (Vm)		m3
TEMPERATURA PROMEDIO DE ENTRADA DE LOS GASES (Tmi)		°C
TEMPERATURA PROMEDIO DE SALIDA DE LOS GASES (Tmo)		°C
TEMPERATURA PROMEDIO DE LOS GASES (Tm)		°C
TEMPERATURA PROMEDIO DE LA CAJA DE FILTRO (Tf)		°C
TEMPERATURA PROMEDIO DEL ULTIMO IMPINGER (T. Imp.)		°C
PRESION PROMEDIO DE MEDIDA (Pm)		mmHg
PRESION PROMEDIO ABSOLUTA DE LOS GASES EN LA CHIMENEA (Ps)		mmHg
AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA BOQUILLA (An)		mm2
PROMEDIO DE LA RAIZ CUADRADA DEL ΔP		mmH2O
PESO MOLECULAR DEL GAS EN LA CHIMENEA (Ms)		G/G - MOLE
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS GASES (BWS)		EN FRACCION
VOLUMEN DE GAS CORREGIDO A CONDICIONES ESTANDAR (Vmstd)		m3
VOLUMEN DE GAS CORREGIDO A CONDICIONES DE REFERENCIA (Vref)		m3
CAUDAL DEL GAS EN LA CHIMENEA CORREGIDO A CONDICIONES DE REFERENCIA Qref		
CAUDAL DEL GAS EN LA CHIMENEA CORREGIDO A CONDICIONES ESTANDAR Qstd		
PORCENTAJE DE ISOCINETISMO (%I)		%

ITEMS	W inicial (g)	W final (g)	$\Delta W(g)$
Filtro No.:			
Aguas de lavado			
TOTAL			

VERSION NO APROBADA
PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

ANEXO 5. FORMATO PARA LA ENTREGA DE INFORMES DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS POSTERIORES AL INICIAL

A continuación se muestra la información que debe ser entregada en el informe del estudio de emisiones cuando no se han modificado las condiciones bajo las cuales se realizó la última evaluación de emisiones

1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Razón Social _____

NIT. _____

Actividad económica principal: _____

Representante Legal _____ C.C. _____

Municipio: _____

Dirección: _____

Georreferenciación: X: _____ Y: _____ z: _____

Teléfono: _____ Fax: _____ e – mail.: _____

Presión barométrica: _____ (mm Hg). Altitud: _____ msnm _____

Temperatura ambiente: _____ (°C)

Producción horaria en Toneladas(en términos de producto terminado) relacionada con la fuente que se está midiendo: _____ Ton/hora

2. UBICACIÓN SEGÚN P.O.T MUNICIPAL: Zona Urbana: ____ Zona: Rural: ____

3. FECHA DE LA TOMA DE MUESTRA:

4. ENCARGADO POR PARTE DE LA EMPRESA:

Nombre: _____ Cargo: _____

5. NOMBRE EMPRESA QUE REALIZA LA TOMA DE MUESTRA:

6. LABORATORIO QUE REALIZA LOS ANÁLISIS _____

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS

7. CONTAMINANTES A MEDIR:

Material Particulado: _____ Dióxido de Azufre: (SO₂) _____ Óxidos de Nitrógeno (NOx) _____

HF: _____ HCl: _____ Hidrocarburos Totales (HC_T): _____ Dioxinas y Furanos: _____

Neblina Ácida (H₂SO₄): _____ Plomo (Pb): _____ Cadmio (Cd): _____ Cobre (Cu): _____

Amoniaco (NH₃): _____ Sulfuro de Hidrógeno (H₂S) y Mercaptanos: _____

Monóxido de Carbono (CO): _____ Carbono Orgánico Total (COT): _____

Mercurio (Hg): _____ Benzopireno y Dibenzo antraceno: _____

El presente informe se entrega dando cumplimiento a lo establecido en el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas. Por medio del mismo certificamos que no se han realizado modificaciones desde el último informe enviado a la **(espacio para colocar el nombre de la autoridad ambiental competente)** en ninguno de los siguientes aspectos:

Composición y cantidad de materias primas utilizados: _____

Composición y cantidad de insumos utilizados: _____

Capacidad instalada de los equipos objeto del estudio: _____

Capacidad de operación de los equipos objeto del estudio: _____

Ubicación de los equipos objeto de estudio: _____

Tipo de combustible utilizado: _____

Consumo de combustible: _____

Equipos de control instalados: _____

Eficiencia de los equipos de control instalados: _____

Dimensiones de los ductos y chimeneas de descarga de los contaminantes: _____

Contaminantes monitoreados: _____

Adicionalmente, expresamos que los métodos que se aplicaron para la evaluación de los contaminantes que aplican a la actividad que desarrollamos, corresponden a los métodos adoptados por el Protocolo para el Control y Vigilancia de la Contaminación Atmosférica Generada por Fuentes Fijas expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, los cuales enlistamos a continuación:

Por otra parte estamos adjuntando la información correspondiente a la medición realizada el día _____ del mes _____ del año _____ en (Espacio para colocar el nombre de los procesos e instalaciones que fueron objeto del estudio de emisiones atmosféricas) (NOTA: Se deben utilizar los mismos formatos definidos para la obtención de los datos de campo en la entrega del informe inicial.

VERSION NO APROBADA

PROTOCOLO PARA EL CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
GENERADA POR FUENTES FIJAS