

NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

INTRODUCCIÓN

La presente norma se establece bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

1. OBJETO

La presente norma tiene como objeto principal la preservación de la salud pública, la calidad del aire ambiente, las condiciones de los ecosistemas y del ambiente en general. Para cumplir con este objetivo, esta norma establece los límites permisibles de la concentración de emisiones de contaminantes al aire, producidas por las actividades de combustión en fuentes fijas tales como, calderas, turbinas a gas, motores de combustión interna, y por determinados procesos industriales donde existan emisiones al aire; así como los métodos y procedimientos para la determinación de las concentraciones emitidas por la combustión en fuentes fijas.

2. DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma, se consideran las definiciones requeridas para su correcta aplicación, en armonía con las definiciones establecidas en la Norma de Calidad del Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Libro VI, Anexo 4.

2.1 Aire

O también denominado "aire ambiente", es cualquier porción no confinada de la atmósfera, y se define como la mezcla gaseosa, cuya composición normal es, de por lo menos veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y nueve por ciento (79%) de nitrógeno y uno por ciento (1%) de dióxido de carbono, además de las proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica.

Para efectos de la corrección de las concentraciones de emisión sujetas bajo esta norma, se considera que la atmósfera se conforma de veinte y un por ciento (21%) de oxígeno y setenta y nueve por ciento (79%) de nitrógeno, en relación volumétrica.

2.2 Amalgama

Aleación blanca, brillante y viscosa, que contiene oro y mercurio. Se forma por la adición de mercurio al material explotado o procesado de una mina, para extraer el oro libre.

2.3 Bagazo

Es el residuo que se obtiene luego de exprimir y extraer el jugo de la caña de azúcar.

2.4 Biomasa residual

Es la que se genera en cualquier tipo de actividad humana fundamentalmente en los procesos productivos de los sectores agrícola, ganadero, así como los residuos sólidos y líquidos de asentamientos urbanos utilizados para aprovechamiento energético. Se exceptuaran aquellos

residuos que puedan contener o estar contaminados con compuestos organohalogenados, metales pesados, plaguicidas o productos químicos como consecuencia de algún tipo de tratamiento con sustancias protectoras de la madera.

2.5 Fuel Oil

Es el producto residual de la destilación atmosférica del crudo, conocido también como bunker. Existen tres tipos de fuel oil: fuel oil liviano 4A, fuel oil liviano 4B y fuel oil pesado; descritos en la norma NTE INEN 1983:2002, primera revisión 2002-05.

2.6 Caldera

Es el recipiente cerrado en donde se calienta agua, aceite u otra sustancia; a fin generar vapor o de transferir calor, que se puede utilizar para generar electricidad u otros fines industriales. Consiste de dos componentes: hogar, el cual provee de calor, usualmente por la quema de combustible; y el caldero, en el cual el calor produce el cambio de fase de agua a vapor o transmite la energía calorífica.

2.7 Celda electroquímica

Es una parte del analizador portátil de gases, que mide el gas de interés mediante reacción electroquímica que genera una diferencia de potencial proporcional a la concentración de dicho gas.

2.8 Central termoeléctrica

Es una instalación que produce electricidad a partir de combustibles fósiles como el carbón, fuel oil, diesel, gas natural; o de combustibles renovables como la biomasa. La conversión energética se realiza mediante tecnologías como calderos generadores de vapor, turbinas a gas o motores de combustión interna.

2.9 Chimenea

Es el conducto que facilita el transporte hacia la atmósfera de los productos de la combustión generados en la fuente fija.

2.10 Combustibles alternativos

Desechos con valor de energía recuperable, utilizados como combustible.

2.11 Combustibles convencionales

Son los combustibles fósiles como el gas natural, carbón mineral y los derivados del petróleo.

2.12 Combustibles fósiles

Son los hidrocarburos encontrados en estado natural, como el petróleo, carbón, gas natural; y sus derivados.

2.13 Combustibles fósiles gaseosos

Son aquellos derivados del petróleo o del gas natural, tales como butano, propano, metano, isobutano, propileno, butileno o cualquiera de sus combinaciones.

2.14 Combustibles fósiles líquidos

Son aquellos derivados del petróleo, tales como el diesel, fuel oil, kerosene, naftas. Incluye también al petróleo crudo.

2.15 Combustibles fósiles sólidos

Se refiere a las variedades de carbón mineral cuyo contenido fijo de carbono varía desde 10% a 90% en peso y al coque de petróleo.

2.16 Combustión

Es el proceso de oxidación rápida que consiste en una combinación del oxígeno con aquellos materiales o sustancias capaces de oxidarse, dando como resultado la generación de gases, partículas, luz y calor.

2.17 Concentración de una sustancia en el aire

Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia, y la unidad de volumen de aire en el cual está contenida.

2.18 Condiciones de referencia

Para efectos de esta Norma, debe entenderse a veinticinco grados centígrados (25 °C) de temperatura, y setecientos sesenta milímetros de mercurio de presión (760 mm Hg).

2.19 Condiciones normales

Esta condición se utiliza para reportar las concentraciones en base seca de emisión establecidos en la presente norma, a cero grados centígrados (0 °C) y setecientos sesenta milímetros de mercurio de presión (760 mm Hg).

2.20 Contaminación del aire

Es la presencia de sustancias en la atmósfera, que resultan de actividades humanas o de procesos naturales, presentes en concentración suficiente, por un tiempo suficiente y bajo circunstancias tales que interfieren con el confort, la salud o el bienestar de los seres humanos o del ambiente.

2.21 Contaminante criterio del aire

Es cualquier contaminante del aire para el cual se especifica en el Registro oficial No. 464 del 7 de junio del 2011, Acuerdo Ministerial No 050 del 4 de abril de 2011, un valor máximo de concentración permitida a nivel del suelo en el aire ambiente, y por lo tanto afecta a los receptores, ya sean personas, animales, vegetación, o materiales, para diferentes periodos de tiempo.

2.22 Contaminante del aire

Es cualquier sustancia o material emitido a la atmósfera, sea por actividad humana o por procesos naturales, que afecta a la salud pública o al ambiente.

2.23 Corrección de concentración de emisiones

Para la verificación del cumplimiento de los límites establecidos en esta Norma, las concentraciones de emisión medidas deben previamente corregirse, considerando el porcentaje de oxígeno (O₂) que se indique en cada caso y aplicando la siguiente expresión:

$$Ec = \frac{21 - Oc}{21 - Om} \cdot Em$$

Siendo:

Ec: concentración de emisión corregida (mg/Nm³) en base seca.

Em: concentración de emisión medida (mg/Nm³) en base seca

Oc: Porcentaje de oxígeno (O₂) de corrección (%)

Om: Porcentaje de oxígeno (O₂) medido en la chimenea (%)

2.24 Diámetro equivalente

Para una chimenea de cualquier tipo de sección, se define mediante la siguiente expresión:

$$De = \frac{4Af}{Pi}$$

Siendo:

De: diámetro equivalente,

Af: Área de flujo

Pi: perímetro interno

2.25 Dióxido de azufre (SO₂)

Es un gas incoloro e irritante formado principalmente por la oxidación del azufre de combustibles fósiles.

2.26 Emisión

Se entiende por tal a la descarga de sustancias gaseosas puras o con sustancias en suspensión en la atmósfera. Para el propósito de esta norma, la emisión se refiere a las concentraciones de descarga de sustancias provenientes de actividades humanas.

2.27 Emisión de combustión

Es la emisión de contaminantes al aire debido al aprovechamiento energético de combustibles.

2.28 Emisión de proceso

Es la emisión de contaminantes al aire que son inherentes al proceso productivo, y que no corresponden a gases o subproductos de combustión.

2.29 Fuente fija de combustión abierta

Es la instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, que emite o puede emitir contaminantes al aire debido a proceso de combustión, en los que no se pueden controlar el ingreso del aire a la fuente,

desde un lugar fijo o inamovible.

2.30 Fuente fija de combustión

Es aquella Instalación o conjunto de instalaciones, que tiene como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales o de servicios, que emite o puede emitir contaminantes al aire debido a procesos de combustión, desde un lugar fijo e inamovible.

2.31 Fuente fija existente

Es aquella instalación o conjunto de instalaciones en operación, o que cuenta con autorización para operar, por parte de la Autoridad Ambiental de Control, antes de la publicación de la reforma de esta norma.

2.32 Fuente fija nueva con autorización de entrar en funcionamiento

Es aquella instalación o conjunto de instalaciones con autorización de entrar en funcionamiento que haya iniciado su proceso de regularización ambiental y que cuente con la licencia ambiental correspondiente a partir de la publicación de la reforma de esta norma.

2.33 Límite Máximo permisible

Para la aplicación de esta norma, es el valor que establece la máxima concentración de descarga permisible de los contaminantes al aire, provenientes de una fuente fija.

2.34 Línea de muestreo

Es el eje en el plano de muestreo a lo largo del cual se localizan los puntos de medición, y está limitada por la pared interna de la chimenea o conducto.

2.35 Material particulado

Se refiere al constituido por material sólido o líquido en forma de partículas, con excepción del agua no combinada, emitido por la fuente fija hacia la atmósfera.

2.36 Micra o micrón

Es la millonésima parte de un metro, o la milésima parte de un milímetro.

2.37 Modelo de dispersión

Es la representación matemática para describir el comportamiento y estimar la concentración de los contaminantes en la atmósfera, que se emiten desde una o varias fuentes de emisión, bajo condiciones meteorológicas y topográficas determinadas.

2.38 Monitoreo de emisiones

Es el proceso programado de coleccionar muestras, efectuar mediciones, y realizar el correspondiente registro de las emisiones de fuentes fijas, a fin de verificar el cumplimiento de los límites de concentración de emisiones establecidos en la Norma.

2.39 Monóxido de carbono

Es un gas incoloro, inodoro y tóxico, producto de la combustión incompleta de los combustibles.

2.40 Muestreo isocinético

Es el muestreo en el cual la velocidad y dirección del gas que entra en la sonda de muestreo son las mismas que las del gas en el conducto o chimenea.

2.41 Puertos de muestreo

Son los orificios circulares en las chimeneas o conductos para facilitar la introducción de los dispositivos necesarios para la medición y toma de muestras.

2.42 Puntos de medición

Son puntos específicos localizados en las líneas de muestreo, en los cuales se realizan las mediciones y se extraen las muestras respectivas.

2.43 Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Es la suma del óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO₂). El NO es un gas incoloro que se genera por la combinación del nitrógeno (N₂) y del oxígeno (O₂) de la atmósfera durante los procesos de combustión, El NO₂, que se forma a partir de la oxidación del NO.

2.44 Material particulado fino (PM_{2.5})

Es el material sólido o líquido, cuyas partículas presentan un diámetro menor a 2.5 micras.

2.45 Material particulado PM₁₀

Es el material sólido o líquido, cuyas partículas presentan un diámetro menor a 10 micras. La fracción correspondiente a tamaños entre 2.5 y 10 micras.

2.46 Ozono (O₃)

Para efectos de esta Norma, es un contaminante secundario del aire, que se genera por las reacciones fotoquímicas de los NO_x y compuestos orgánicos volátiles.

2.47 Turbina a gas de combustión

Motor de combustión interna, conformado por tres componentes: compresor, cámara de combustión y turbina de potencia. La última se acciona por los gases de combustión. Puede utilizar combustibles líquidos o gaseosos.

3. AMBITO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los límites máximos permisibles de concentraciones de emisión de contaminantes del aire, desde fuentes fijas. La norma establece la siguiente clasificación:

3.1 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para fuentes fijas de combustión abierta.

3.2 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para calderas.

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

3.3 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para turbinas a gas.

3.4 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para motores de combustión interna.

3.5 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para la Producción de Cemento.

3.6. Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para la Producción de Vidrio y Fibra de Vidrio.

3.7 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para bagazo en equipos de combustión de instalaciones de elaboración de azúcar.

3.8 Límites Máximos Permisibles de Concentraciones de emisión de contaminantes al aire para la fundición de metales.

3.9 Métodos y equipos de medición de emisiones desde fuentes fijas.

4. REQUISITOS

4.1 De los límites permitidos de las concentraciones de las emisiones al aire para fuentes fijas de combustión.

4.1.1 De las fuentes fijas significativas de emisiones al aire:

4.1.1.1 Para la aplicación de la presente norma, se diferencian fuentes fijas significativas y fuentes fijas no significativas, de emisiones al aire por proceso de combustión.

4.1.1.2 Se consideran fuentes fijas significativas a todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, cualquiera de sus combinaciones, biomasa; y cuya potencia calorífica (heat input) sea igual o mayor a 3 MW o diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10×10^6 BTU/h).

4.1.1.3 Las fuentes fijas significativas deberán demostrar cumplimiento de los límites máximos permitidos de emisión al aire, indicados en esta norma, según corresponda. Para ello se deberán efectuar mediciones de la tasa de emisión de contaminantes. Si las concentraciones fuesen superiores a los valores máximos permitidos de emisión, se deben establecer los métodos o instalar los equipos de control necesarios para alcanzar el cumplimiento con los valores máximos de emisión establecidos en esta norma.

4.1.1.4 Se consideran fuentes fijas no significativas a todas aquellas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos, gaseosos, o cualquiera de sus combinaciones, y cuya potencia calorífica (heat input) sea menor a 3 MW o diez millones de unidades térmicas británicas por hora (10×10^6 BTU/h).

4.1.1.5 Las fuentes fijas no significativas, aceptadas como tal por parte de la Autoridad Ambiental de Control no están obligadas a efectuar mediciones de sus emisiones, y deben demostrar el cumplimiento de la normativa, mediante alguna de las siguientes alternativas:

a) El registro interno, y disponible ante la Autoridad Ambiental de Control, del cumplimiento de las prácticas de mantenimiento de los equipos de combustión, acorde con los programas

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

establecidos por el operador o propietario de la fuente, o recomendado por el fabricante del equipo de combustión, según lo aprobado por la Autoridad Ambiental de Control.

- b) La presentación de certificados por parte del fabricante del equipo de combustión, en relación a la tasa esperada de emisión de contaminantes, en función de las características del combustible utilizado. Estos certificados serán válidos para el período de vida útil, en función de la garantía del fabricante. Alternativamente se puede presentar un estudio específico que debe ser aprobado por la Autoridad Ambiental de Control, en reemplazo del certificado.
- c) Mediante el uso de altura de chimenea recomendada por las prácticas de ingeniería y otros que se establezcan por la Autoridad Ambiental de Control.
- d) Los resultados de análisis de características físicas y químicas del combustible utilizado, en particular del contenido de azufre y nitrógeno en el mismo.

4.1.1.6 Para la verificación de cumplimiento de una fuente fija no significativa con alguno de los métodos descritos, el operador o propietario de la fuente debe mantener los registros, resultados de análisis o certificados, a fin de reportar con una frecuencia de una vez por año, o cuando la Autoridad Ambiental de Control lo requiera.

4.1.1.7 Las fuentes fijas no significativas podrán ser requeridas por parte de la Autoridad Ambiental de Control, de efectuar evaluaciones adicionales de sus emisiones, en caso de que sus emisiones comprometan las concentraciones máximas permitidas a nivel del suelo, de los contaminantes en el aire ambiente, según lo que establece la NCAA.

4.1.2 Valores máximos permisibles de concentraciones de emisión

4.1.2.1 Los gases de combustión de todas las fuentes, incluidas las fuentes de combustión abierta, deben ser evacuados por una chimenea correctamente dimensionada, que debe cumplir con los requisitos indicados en esta norma para el monitoreo de emisiones.

4.1.2.2 Los valores máximos de concentraciones de emisión permitidos para fuentes fijas de combustión abierta, se establecen en la Tabla 1.

TABLA 1: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACION DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA FUENTES FIJAS DE COMBUSTIÓN DE COMBUSTION ABIERTA (mg/Nm³)

Contaminante	Combustible	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de la fecha de publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Material particulado	Sólido sin contenido de azufre	200	100
	Fuel oil	200	100
	Diesel	150	80
Óxidos de nitrógeno	Sólido sin contenido de azufre	800	650
	Fuel oil	700	600

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

	Diesel	500	450
	Gaseoso	200	180
Dióxido de azufre	Fuel oil	1650	1650
	Diesel	700	700

mg/Nm3: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg. de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 18% de oxígeno (O₂).
Sólido sin contenido de azufre, incluye biomasa como la madera y bagazo.

4.1.2.3 Los valores máximos de concentraciones de emisión permitidos para calderas se establecen en la Tabla 2.

TABLA 2 LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACION DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA CALDERAS (mg/Nm3)

Contaminante	Combustible		Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Material particulado	Sólido Fósil	Coke	430	180	142
	Líquido	Fuel oil			
		Crudo petróleo			
		Diesel			
Óxidos de nitrógeno	Sólido Fósil	Coke	1330	1030	614
	Líquido	Fuel oil	850	670	434
		Crudo petróleo			
		Diesel			
	Gaseoso	GLP o GNP	600	486	302
Dióxido de azufre	Sólido Fósil	Coke	2004	2004	600
	Líquido	Fuel oil	2004	2004	600
		Crudo petróleo			
		Diesel			

mg/Nm3: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, (760 mmHg) de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 4% de oxígeno (O₂).

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

4.1.2.4 Para aplicar los límites de Dióxido de azufre en las tablas correspondientes, se requiere que paralelo al análisis de emisiones se cuente o realice el análisis del contenido de azufre en el combustible utilizado.

4.1.2.5 Los valores máximos de concentraciones de emisión permitidos para turbinas a gas se establecen en la Tabla 3.

TABLA 3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIONES DE EMISIÓN AL AIRE PARA TURBINAS A GAS (mg/Nm³)

Contaminante	Combustible	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Material particulado	Líquido	150	50	50
Óxidos de nitrógeno	Líquido	400	165	165
	Gaseoso	300	125	125
Dióxido de azufre	Líquido	700	700	235

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 15% de oxígeno(O₂).

Combustibles líquidos: comprende combustibles fósiles líquidos como el diesel, kerosene, naftas

4.1.2.6 Los valores máximos de concentraciones de emisión permitidos para motores de combustión interna en plantas termoeléctricas se establecen en la Tabla 4.

TABLA 4: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIONES DE EMISIÓN AL AIRE PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA (mg/Nm³)

Contaminante	Combustible		Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Material particulado	Líquido	Fuel oil -crudo petróleo	350	150	100
		Diesel	350	150	125
óxidos de nitrógeno	Líquido	Fuel oil	2300	2000	1900
		Diesel	2300	2000	1900
	Gaseoso	Gaseoso	2300	2000	1900
Dióxido de azufre	Líquido	Fuel oil	1500	1500	1500
		crudo petróleo	1500	1500	1500
		Diesel	1500	1500	1500

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 15% de oxígeno (O₂).

Combustibles líquidos: comprende combustibles fósiles líquidos como el diesel, kerosene, naftas y fuel oil

4.1.2.7 El control de las horas de operación se deberá efectuar mediante horómetros debidamente calibrados. El regulado deberá llevar un registro de las lecturas del horómetro, a fin de obtener el tiempo de funcionamiento.

4.1.2.8 Los límites máximos permisibles para las emisiones a la atmósfera provenientes de fuentes fijas para actividades hidrocarburíferas se establecen en el Acuerdo No 091, publicado en el Registro Oficial 430 del 4 de enero de 2007.

4.1.2.9 La Autoridad Ambiental de Control podrá establecer en ejercicio de sus competencias y para el territorio de su jurisdicción, valores de emisión de mayor exigencia a los indicados en esta norma y el control de otras fuentes fijas, si los resultados del monitoreo y evaluación de la calidad del aire indicasen esta necesidad.

4.1.3 Límites máximos de concentraciones de emisiones al aire para procesos específicos

4.1.3.1 Producción de cemento

TABLA 5: LIMITES MÁXIMOS DE CONCENTRACIONES DE EMISIÓN AL AIRE PARA LA PRODUCCIÓN DE CEMENTO (mg/Nm³)

Contaminante	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma	Observaciones
Partículas totales	120	62.8	50	Gases de combustión de horno rotatorio
Partículas totales	80*	62.8	50	Enfriador de clinker
Partículas totales	150*	100	50	Molienda de clinker
Óxidos de nitrógeno	1400	1300	1100	Gases de combustión de horno rotatorio
Dióxido de azufre	800	600	470	Gases de combustión de horno rotatorio

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 10% de oxígeno (O₂).

- *No se aplica la corrección por oxígeno.*

4.1.3.1.2 Todas las cementeras existentes deberán instalar un sistema de monitoreo continuo de las emisiones de combustión del horno de clinker, en un periodo no mayor a 4años, a partir de la vigencia de la presente norma. El monitoreo continuo deberá cubrir al menos el 90% del periodo anual. Los registros del monitoreo deberán estar disponibles de manera permanente para la Autoridad Ambiental de Control.

4.1.3.1.3 Las cementeras en cuyos hornos se coprocesen desechos peligrosos, deberán cumplir con las condiciones y límites de emisión establecidos en el Acuerdo No 048 del 29 de marzo de 2011, que expide la Norma Técnica para el Coprocesamiento de Desechos Peligrosos en Hornos Cementeros.

4.1.3.2 Producción de vidrio y fibra de vidrio

TABLA 6: LÍMITES MÁXIMOS DE CONCENTRACIONES DE EMISIÓN AL AIRE PARA LA PRODUCCIÓN DE VIDRIO Y FIBRA DE VIDRIO (mg/Nm³)

Contaminante	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Partículas totales	250	200	160
Óxidos de nitrógeno	1200	1000	800
Dióxido de azufre	1800	1500	1200
HF	15	15	12
HCl	50	50	40
As + Co + Ni + Se + Cr (VI) + Pb + Cr (III) + Cu + Mn	6	6	5

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 7% de oxígeno (O₂).

4.1.3.3 Elaboración de Azúcar

TABLA 7: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONCENTRACIONES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AIRE PARA BAGAZO EN EQUIPOS DE COMBUSTIÓN DE INSTALACIONES DE ELABORACIÓN DE AZÚCAR (mg/Nm³)

Contaminante	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma
Material Particulado	300	150	120
Óxidos de nitrógeno	900	850	700

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), en base seca y corregidos al 12% de oxígeno (O₂).

4.1.3.4 Fundición de metales

TABLA 8: LÍMITES MÁXIMOS DE CONCENTRACIONES DE EMISIÓN AL AIRE PARA LA FUNDICIÓN DE METALES (mg/Nm³)

Contaminante	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento antes de enero de 2003	Fuente fija existente: con autorización de entrar en funcionamiento desde enero de 2003 hasta fecha publicación de la reforma de la norma	Fuente fija nueva: con autorización de entrar en funcionamiento a partir fecha publicación de la reforma de la norma	Observaciones

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

Partículas totales	600	250	50 30, si hay la presencia de metales pesados	Cubilotes y hornos de 1 a 5 t/h
Partículas totales	300	150	50 30, si hay la presencia de metales pesados	Cubilotes y hornos > 5 t/h
Partículas totales	350	250	50 30, si hay la presencia de metales pesados	Arco eléctrico < 5 t
Partículas totales	150	120	50 30, si hay la presencia de metales pesados	Arco eléctrico > 5 t

mg/Nm³: miligramos por metro cúbico de gas de combustión en condiciones normales, 760 mmHg de presión y temperatura de cero grados centígrados (0 °C), y corregidos al 7% de oxígeno (O₂).

4.2 Del cumplimiento de la norma

4.2.1 Las fuentes fijas existentes a la fecha de promulgación de esta norma, dispondrán de plazos, con el fin de adecuar las concentraciones de emisión de contaminantes a niveles inferiores a los máximos establecidos en la norma. En ningún caso estos plazos serán mayores a dos años.

4.2.2 Esquema burbuja. Para fuentes existentes, bajo la responsabilidad de un mismo propietario y/o de un mismo operador, y al interior de la misma instalación, la concentración de emisión global de las fuentes debe calcularse mediante una fórmula que pondere las fuentes fijas presentes en la instalación. Se establece la siguiente fórmula:

$$C_{global} = \frac{A_1 * E_1 + A_2 * E_2 + \dots + A_i * E_i}{A_1 + A_2 + \dots + A_i}$$

Donde:

C_{global}: concentración de emisión global para el conjunto de fuentes fijas de combustión

A_i: factor de ponderación, que puede ser el consumo de combustible de la fuente i, o el caudal de gases de combustión de la fuente i

E_i: concentración de emisión determinada para la fuente i

La concentración de emisión global deberá ser comparada con el valor máximo de concentración de emisión permitido y descrito en esta norma.

Este esquema es aplicable siempre y cuando el propietario o el operador de las fuentes ponderadas, demuestre que la emisión total ponderada, no compromete, dentro de su zona de influencia, el cumplimiento de los niveles de la calidad del aire establecidos en la NCAA.

4.3 Fuentes de combustión nuevas, modificadas y existentes

4.3.1 Toda fuente fija de combustión que se pretenda modificar de manera sustancial, o acondicionarse para un cambio total o parcial de combustible, previamente notificará a la Autoridad Ambiental de Control correspondiente.

4.3.2 Toda fuente fija significativa debe someterse al proceso de regularización ambiental vigente.

4.3.3. Los contaminantes a evaluarse en cada caso, deben ser establecidos en los términos de referencia para el estudio de impacto ambiental, considerando tanto las emisiones de combustión como de proceso.

4.4 Uso de modelos de dispersión

4.4.1 Para los Estudios de Impacto Ambiental se podrán utilizar modelos de dispersión con enfoques de tipo simplificado o detallado. Mediante el enfoque detallado se busca evaluar los incrementos de los niveles de contaminación con mayor precisión. Para ello se deberá utilizar información meteorológica horaria con una cobertura mínima de registros de un año, que provenga preferentemente de estaciones localizadas en los sitios de emplazamiento de las chimeneas. Dichas estaciones deberán cumplir con los requisitos establecidos por la Organización Meteorológica Mundial. Si la magnitud del proyecto lo amerita, ya sea por iniciativa del proponente, o por pedido de la Autoridad Ambiental de Control, se podrán instalar estaciones meteorológicas en los sitios previstos para el emplazamiento de las chimeneas. El procesamiento de la información meteorológica deberá efectuarse por medio de los utilitarios informáticos que permitan su uso con el modelo de enfoque detallado.

4.4.2 Los máximos incrementos en las concentraciones de promedios en 8 horas, 24 horas y anual, se obtendrán a partir de las máximas concentraciones horarias generadas mediante el enfoque simplificado, multiplicando por 0.75, 0.45 y 0.1 respectivamente. Estas concentraciones se deberán sumar a las concentraciones de línea base en periodos de 8 horas, 24 horas y anual, respectivamente. Las concentraciones de línea base que se deben considerar corresponden a la zona de influencia en la dirección con los mayores niveles de contaminación existentes. Las concentraciones totales se deberán comparar con los niveles establecidos en la NCAA.

4.4.3 Si los resultados de la evaluación simplificada indicaren que los incrementos de los niveles de contaminación no comprometen el cumplimiento de la NCAA, no se requiere ninguna valoración adicional.

4.4.4 Si los resultados de la evaluación simplificada indicaren que las emisiones de la fuente fija comprometen el cumplimiento de la NCAA, se deberá aplicar el enfoque detallado.

4.4.5 Alternativamente se podrá generar la información meteorológica horaria durante un periodo mínimo de un año para la zona de emplazamiento de las chimeneas, mediante modelos meteorológicos debidamente documentados. Las simulaciones meteorológicas se deberán desarrollar utilizando dominios con celdas de dimensiones no mayores a 3 km.

4.4.6 Para estimar el impacto de las fuentes fijas de combustión mediante el enfoque detallado, se podrán utilizar modelos de transporte químico en tres dimensiones.

4.4.7 Si los resultados de la evaluación detallada, a pesar de que la fuente pueda cumplir con los límites de emisión establecidos en esta norma, indicaren que los incrementos de los niveles de contaminación comprometen el cumplimiento de la Norma de calidad del aire ambiente, el proponente deberá analizar otras opciones para reducir las emisiones, como por ejemplo mediante el uso de dispositivos de control con suficiente capacidad de captura de los contaminantes o mediante el uso de combustibles menos contaminantes.

4.4.8 Se permitirán nuevas fuentes fijas de combustión si de la evaluación detallada, se concluyera que con su funcionamiento se cumple con la Norma de Calidad de Aire Ambiente NCAA.

4.4.9 Los modelos de dispersión determinarán la altura apropiada de la chimenea. La altura seleccionada de chimenea debe considerar el efecto de turbulencia creado por la presencia de edificaciones adyacentes a la chimenea, caracterizándose dicho efecto por la ocurrencia de altas concentraciones de contaminantes emitidos previamente junto a la estructura o edificación.

4.4.10 La Autoridad Ambiental de Control promoverá permanentemente la generación, en su zona de jurisdicción, de información sobre la calidad del aire, de las condiciones meteorológicas y de inventarios de emisiones, a fin de promover el uso efectivo de los modelos de dispersión.

4.5 Disposiciones generales

4.5.1 Todas las fuentes fijas nuevas, significativas o no, a instalarse en zonas que cumplen con lo establecido en la NCAA, estarán obligadas a hacer uso de la mejor tecnología de control disponible, que les permita cumplir con los límites de emisión establecidos en esta norma y minimizar el impacto en la calidad del aire.

4.5.2 Se permitirán nuevas fuentes fijas de combustión si de la evaluación detallada, se concluyera que con su funcionamiento se cumple la Norma de Calidad de Aire Ambiente NCAA.

4.5.3 Se puede autorizar la sustitución de una fuente fija existente o la instalación de una fuente fija nueva en una zona con concentraciones de línea base de la calidad del aire superior o superiores a la concentración o concentraciones de la NCAA, siempre y cuando el proponente demuestre su reducción de al menos una cantidad similar de emisión. El Estudio de Impacto Ambiental deberá establecer que no hay una degradación adicional de la calidad del aire en la zona de influencia.

4.5.4 Todas las fuentes de emisión fijas, deberán considerar dentro de sus planes de gestión ambiental, medidas dirigidas al control y reducción de las emisiones de combustión y de proceso.

4.5.5 Los responsables de la operación de las fuentes fijas deben comunicar a la Autoridad Ambiental de Control, sobre cualquier situación anómala, emergente, no típica, que se presente durante el funcionamiento de la fuente, y en la que se verificaren emisiones de contaminantes superiores a los valores máximos establecidos en esta norma. Esta disposición no se aplica para el caso de periodo de arranque o parada de operación de la fuente, o para el caso del periodo de limpieza por soplado de hollín acumulado en la fuente, siempre que estos periodos no sean mayores de quince (15) minutos y la operación no se repita más de dos veces al día. Cuando por las características de los procesos y/o equipos de combustión, se justifique mediante informe técnico que se requiere mayor tiempo para su arranque o limpieza con soplado de hollín, se deberá obtener la aprobación de la Autoridad Ambiental de Control.

4.5.6 Cada fuente fija que presente una potencia eléctrica nominal igual o superior a 100 MW debe medir en continuo los parámetros de las tablas 1, 2 y 3 de límites máximos permisibles según le corresponda. Este sistema se implementará en un periodo de hasta 4 años a partir de la vigencia de la presente norma. Este requerimiento deberá ser cumplido tanto por fuentes existentes como nuevas.

4.5.7 Los registros de las medidas en continuo deberán estar disponibles permanentemente y en tiempo real, para el seguimiento por parte de la Autoridad Ambiental de Control y, de acuerdo al formato que establezca.

4.5.8 Toda fuente fija de combustión está obligada a presentar a la Autoridad Ambiental de Control, y en el formato que ésta establezca, los resultados de los programas de medición de emisiones que se deban ejecutar. La Autoridad Ambiental de Control establecerá una base de datos con las emisiones de todas las fuentes bajo su control.

4.5.9 Las frecuencias mínimas de medición, de fuentes con potencia eléctrica nominal menor a 100 MW, será trimestral. Cuando la actividad demande otra frecuencia deberá obtener la aprobación de la Autoridad Ambiental de Control.

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

4.5.10 Requerimientos de Reporte.- Se elaborará un reporte con el siguiente contenido mínimo que estará vigente hasta la entrada en vigor del sistema obligatorio RETCE. La Frecuencia del reporte será anual. El formato de reporte se describe en el Anexo 1.

4.5.11 Los monitoreos externos de las emisiones de fuentes fijas serán realizados única y exclusivamente por los laboratorios ambientales con acreditación vigente del Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) o el que lo reemplace o acreditados con la ISO 17025.

4.5.12 Para el monitoreo continuo se debe demostrar la trazabilidad de las medidas.

4.5.13 Se prohíbe el uso de aceites lubricantes usados como combustible en calderas, hornos u otros equipos de combustión, con excepción de que la fuente fija de combustión demuestre, mediante el respectivo estudio técnico, que cuenta con equipos y procesos de control de emisiones producidas por esta combustión, a fin de no comprometer la calidad del aire al exterior de la fuente, e independientemente de si la fuente fija es significativa o no significativa.

Las actividades productivas que opten por el uso de aceites lubricantes usados como combustible deben cumplir con el proceso de regularización ambiental conforme a las disposiciones de la normativa ambiental aplicable para el manejo de desechos peligrosos y de su disposición final.

4.6 Métodos de medición de emisiones desde fuentes fijas de combustión

4.6.1 General

4.6.1.1. Para demostrar el cumplimiento de la norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión, los equipos, métodos y procedimientos de medición deberán cumplir los requisitos técnicos mínimos establecidos en la presente Norma. Además, la fuente fija deberá disponer de las todas las facilidades técnicas que permitan la ejecución de las mediciones.

4.6.2 Requisitos y métodos de medición

4.6.2.1 A fin de permitir la medición de emisiones de contaminantes del aire desde fuentes fijas de combustión, éstas deberán contar con los siguientes requisitos técnicos mínimos:

- a. Plataforma de trabajo, con las características descritas en la Figura 1 (Anexo 2).
Puertos de muestreo
- b. Escalera de acceso a la plataforma de trabajo.
- c. Suministro de energía eléctrica cercano a los puertos de muestreo.

4.6.2.2 Los métodos de medición se establecen en la Tabla 9.

TABLA 9: MÉTODOS DE MEDICIÓN

PARÁMETRO	MÉTODOS DE MONITOREO DISCONTINUO APROBADOS EPA	MÉTODOS DE MONITOREO CONDICIONADOS EPA	SISTEMAS DE MONITOREO CONTINUO (CEMS) APROBADOS EPA
Ubicación de puertos	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 1	NA	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 1 o 1a
Velocidad de salida de gases	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 2	NA	USEPA, Parte 60, Apéndice B, PS 6 para CEMS

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

Peso molecular seco	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 3	NA	NA
CO ₂ y O ₂	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 3A	OTM-13, CTM-030 o CTM-034	USEPA, Parte 60, Apéndice B, PS 3 para CEMS
Humedad	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 4	NA	NA
Material particulado	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 5 o USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 17	NA	USEPA, Parte 60, Apéndice B, PS 11 para CEMS
Dióxido de azufre	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Métodos: 6C	NA	USEPA, Parte 60, Apéndice B, PS 2 para CEMS
Óxidos de nitrógeno	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Métodos: 7A, 7B, 7C, 7E	OTM-13, CTM-022, CTM-030 o CTM-034	USEPA, Parte 60, Apéndice B, PS 11 para CEMS
Cd , Tl, Hg, As, Co, Ni, Se, Cr, Pb, Cu, Mn	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 29	NA	NA
Dioxinas y furanos	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 23	NA	NA
HCl - HF	USEPA, Parte 60, Apéndice A, Método 26A	OTM 22	

4.6.2.3 Para la medición de los parámetros de control, los laboratorios de monitoreo ambiental deben acreditar los métodos establecidos en la tabla anterior.

ANEXO 1



FORMATO DE REPORTE DE EMISIONES

AÑO QUE SE REPORTA: _____

DATOS DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL O DE SERVICIO

Información que deberá ser proporcionada por el establecimiento que presenta el formato.

1) NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE LA EMPRESA:		
2) PRINCIPAL ACTIVIDAD PRODUCTIVA DEL ESTABLECIMIENTO:	CLAVE DE ACTIVIDAD PRODUCTIVA	
3) DOMICILIO DEL ESTABLECIMIENTO (Elaborar croquis de localización conforme al formato anexo) Parque o Puerto Industrial () Especifique cual: _____ Centro Poblado () Domicilio: _____ Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo Electrónico: _____		
4) DOMICILIO PARA OIR Y RECIBIR NOTIFICACIONES (En caso de ser diferente al del establecimiento) Parque o Puerto Industrial () Especifique cual: _____ Centro Poblado () Domicilio: _____ Teléfonos: _____ Fax: _____ Correo Electrónico: _____ Número de Casillero Judicial: _____		
5) FECHA DE INICIO DE OPERACIÓN: Día Mes Año		
6) COORDENADAS UTM (WGS84):		

Lugar y fecha: _____

ANEXO 3 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE NORMA DE EMISIONES AL AIRE DESDE FUENTES FIJAS

Nombre y firma del Responsable Técnico (del establecimiento industrial o de servicio)	Nombre y firma de quien recibe
--	--------------------------------

1 GENERACIÓN DE CONTAMINANTES (GASES Y/O PARTÍCULAS SÓLIDAS O LÍQUIDAS)

1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA, EQUIPO O ACTIVIDAD QUE GENERA CONTAMINANTES

Nombre de la maquinaria, equipo o actividad	Marca, Modelo y Código	Punto de generación ²	Tiempo de operación ³	Tipo de emisión ⁴	Capacidad de operación del equipo ⁶		Solo para equipo de combustión y/o actividad que genera emisiones a la atmósfera ⁶		
							Consumo anual de combustible(s) ⁷		
					Cantidad	Unidad ⁵	Tipo ⁷	Cantidad	Unidad ⁸

1 Anotar el número de identificación de la maquinaria, equipo o actividad en que se generan contaminantes atmosféricos, según corresponda en los diagramas de funcionamiento y tabla resumen solicitados en la sección 1.2.

2 Indicar el tiempo de operación del equipo o tiempo de duración de la actividad contaminante en horas/año.

3 Indicar si la emisión es conducida (C) o fugitiva (F).

4 Indicar la capacidad de operación del equipo de combustión en cc (caballos caldera), MJ/hr (megajoules/hora), kcal/hr (kilocalorías/hora), BTU/hr (British Thermal Unit/hora) o lb/hr (libras de vapor/hora), u otra (especificar)

5 Reportar esta sección cuando se trate de equipos de combustión externa (calderas, hornos, quemadores, etc.) o interna (plantas de energía ciclo diesel, turbinas de gas, compresores, etc.).

6 Indicar si el combustible empleado es gas natural (GN), gas LP (LP), combustóleo (CB), gasóleo (GO), diáfano (DF), diesel (DI), gasolina (GA), carbón (CA), residuos combustibles (RC) u otros (RO)

7. Se deberán emplear unidades del consumo anual en masa: ton (toneladas métricas), kg (kilogramos) o lb (libras); o unidades de volumen: gal (galones), bbl (barriles), lt (litros), m³ (metros cúbicos) o ft³ (pies cúbicos).

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CHIMENEAS Y DUCTOS DE DESCARGA

Ducto o chimenea ¹	Punto de emisión ²	Punto(s) de generación relacionados ³	Altura (m) ⁴	Diámetro interior o diámetro equivalente (m)	Velocidad de salida (m/seg) ⁵	Presión de los gases (mmHg)	Fracción seca (%)	Gasto volumétrico (m ³ /min)	Temperatura de salida (°C)

1 Anotar el nombre o número de identificación usado en el establecimiento para el ducto o chimenea que se reporta. De no aplicar, anotar NA.

2 Anotar el número de identificación del ducto o chimenea del que se emiten contaminantes atmosféricos, según corresponda en los diagramas de funcionamiento y tabla resumen solicitados en la sección 1.2.

3 Se deberá indicar el(los) puntos de generación.

4 Altura en metros de la chimenea o ducto de emisión, medida a partir del nivel del piso.

5 Indicar la velocidad promedio de salida del flujo de gases bajo operación normal en m/seg. Este dato deberá corresponder al muestreo de gases y partículas en chimenea cuando apliquen los lineamientos estipulados por la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión o al Acuerdo Ministerial N°. 091, sobre los límites máximos permisibles para emisiones a la atmósfera provenientes de fuentes fijas para actividades hidrocarburíferas. En los casos en que no aplique esta norma y se desconozca la velocidad de salida de los gases así como cuando se trate de ductos de venteo, deberá

indicarse NA (no aplica).

2.1 RESULTADOS DE MONITOREOS DE SUSTANCIAS QUÍMICAS Y PARÁMETROS NORMADOS AL AIRE

[illegible]

2 Listar los equipos u operaciones correspondientes a cada punto de emisión.

3. Las unidades de reporte para cada parámetro deberán ser las indicadas en la norma correspondiente.

4 Indicar el valor obtenido durante la(s) evaluación(es) practicada(s) durante el año de reporte.

5 Indicar el método empleado para realizar la medición reportada, según se establezca en la norma técnica correspondiente.

u

ANEXO 2

Figura 1. Requisitos para ejecución de medición d emisiones al aire desde fuentes fijas

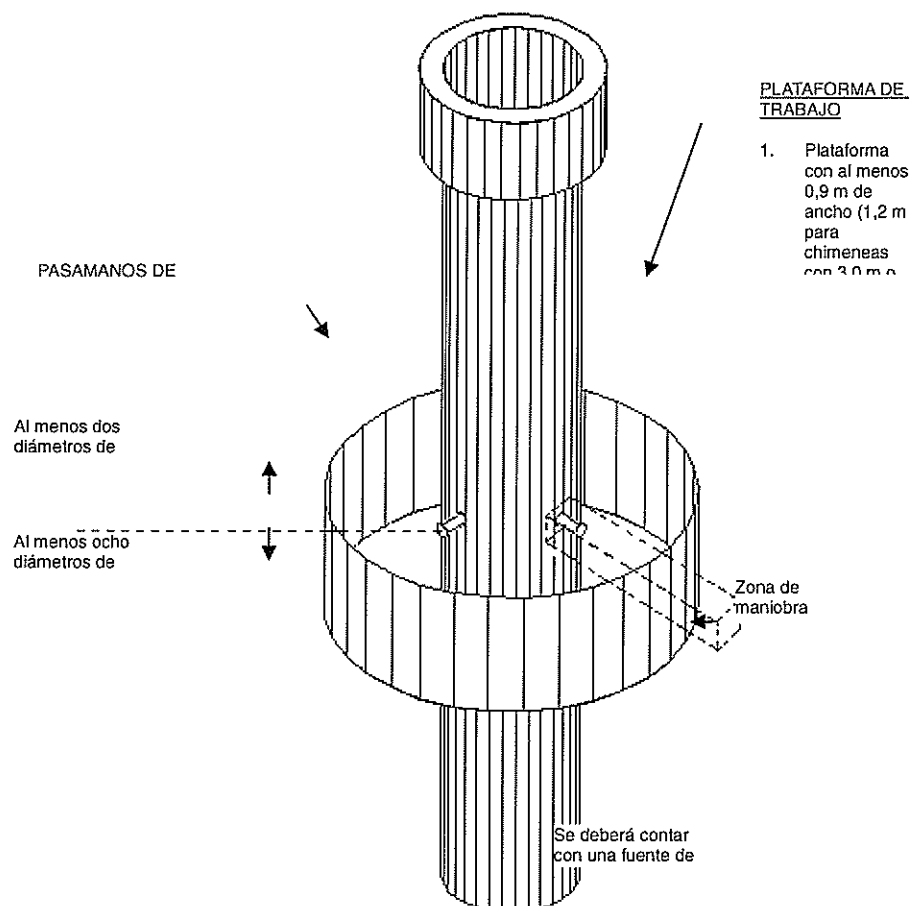


Figura 2. Número de puntos de medición de emisiones al aire desde fuentes fijas

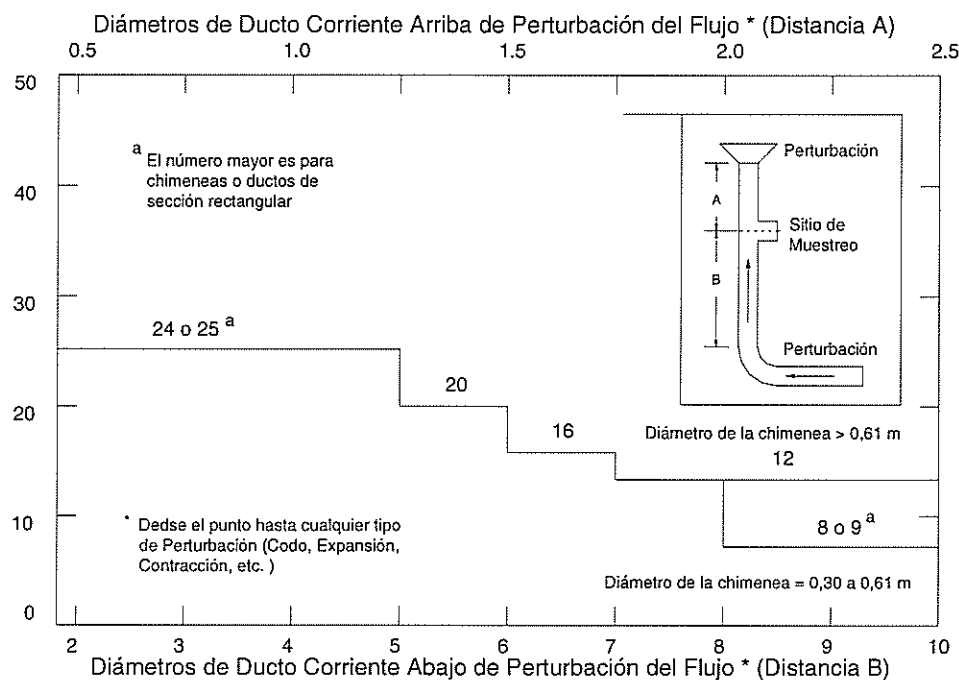
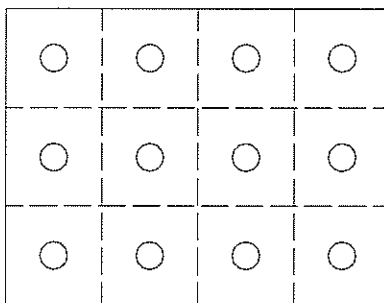


Figura 3. Ejemplo de puntos de medición de emisiones al aire en conducto de sección rectangular (12 áreas iguales con punto de medición en centroide de cada área)



Área	Responsable	Sumilla
DNCA	Alfonso Vélez Verdesoto	