



## SEMINARIO INTERNACIONAL GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS, SIGLO XXI

### CONDICIONES TÉCNICAS Y RIESGOS DE LA INCINERACION

**Dr. Davinder Kumar,**  
Experto Integrado de cooperación  
Colombo-Alemana  
Ministerio del Medio Ambiente

#### Resumen

La inadecuada operación de incineradores, sin equipos de control y temperaturas por debajo de 850°C / 1200°C en cámaras inferior / superior con chimeneas solamente 15 metros altas, es una fuente permanente de contaminantes peligrosos, sobre todo de los ultratóxicos dioxinas y furanos. Esta tecnología sumamente obsoleta en Colombia no responde al gran problema de controlar los contaminantes atmosféricos sino al de “desaparecer la basura” sin tener en cuenta los efectos que se están originando. La irresponsabilidad de los vendedores de incineradores en Colombia, debida a la falta de reglamentos efectivos en esta materia ha ocasionado ya, de forma irreversible daños al ambiente y la salud de los colombianos.

Por esta razón, en India (país similar a Colombia en cuanto a su desarrollo tecnológico y financiero) la incineración in situ en los hospitales ha sido prohibida.

Hay que tener en cuenta también las tecnologías alternativas como Microondas con Rellenos Sanitarios.

Las normas colombianas [1] sobre emisión de contaminantes del aire que se encuentran vigentes fueron establecidas por el Ministerio de Salud, a través del decreto 02 del 11 de Enero de 1982, sin que hasta el momento hayan sido modificados o actualizados.

Desde 1993 hasta la fecha, el Ministerio del Medio Ambiente ha expedido algunos decretos y resoluciones inherentes al control y preservación del recurso aire. El más importante de ellos, es el decreto 948 del 5 de junio de 1995, que contiene el reglamento marco de la protección del aire. En él se consideran los diferentes factores, que afectan la calidad del aire, no establecen sin embargo, normas de emisión de contaminantes, sino que mantiene en régimen de transitoriedad, las establecidas en el decreto 02 de 1982.

Según el artículo 87 del mismo, los incineradores cuya capacidad sea mayor de una tonelada diaria, no podrán emitir al aire ambiente partículas:

- a) En concentraciones superiores a cinco (5 gramos de partículas por metro cúbico seco de gas efluente, medido a condiciones de referencia.
- b) Que produzcan un oscurecimiento superior al patrón No. 2 de la escala de Ringelmann o una opacidad superior al 40%.

La emisión permisible de partículas esta dada en función de la capacidad calorífica del incinerador (kg de partículas/  $10^6$  kcal).

En cuenta a la altura del punto de descarga de gases al aire, fue reglamentada en el decreto No. 40 de febrero de 1982 como de quince metros sobre el nivel del piso, el artículo 79 del Decreto 02 del 11 enero de 1982, señala la altura mínima, que deben tener las chimeneas, cálculos efectuados en función del calor liberado y del contenido de azufre, sin tener en cuenta los contaminantes más peligrosos producidos en un proceso de incineración y otras variables como la velocidad de salida de los gases, el flujo volumétrico, el flujo másico, la calidad de aire en región para cada contaminante, la velocidad del viento y la altura de los edificios alrededor de esta chimenea entre otros.

Pero como se puede ver, este decreto no establece normas de emisión para otros contaminantes peligrosos como óxidos de nitrógeno NO<sub>x</sub>, compuestos orgánicos volátiles VOC (precursores del ozono O<sub>3</sub>), óxidos de azufre SO<sub>x</sub>, monóxido de carbono CO, ácido clorhídrico HCl, ácido fluorhídrico HF, metales pesados como el mercurio Hg y el cadmio Cd, causante de la gran tragedia en Minamata Japón por la enfermedad Itai-Itai y sustancias ultratóxicas como dioxinas u furanos, altamente persistentes en el medio ambiente, cancerígenas, mutágenas y teratógenas. Adicionalmente estos últimos contaminantes son adsorbidos en el material particulado, lo cual hace supremamente peligrosos desde el punto de vista toxicológico, el límite de cinco (5) gramos de partículas por metro cúbico necesitándose urgentemente su ajuste.

Así mismo, el Ministerio del Medio Ambiente [2], en el Decreto 948 de junio 5 de 1995, que acogió también para la calidad de las emisiones a la atmósfera las definiciones del Decreto 02/82, reglamentario de la Ley 99 de 1993 señala en el artículo 27 lo siguiente: “Los incineradores de residuos patológicos e industriales, deberán contar obligatoriamente con los sistemas de quemado y postquemado de gases o con los sistemas de control. Estas mismas normas pero no restringen la carga a los incineradores, con excepción de los aceites lubricantes gastados.

La normatividad colombiana relacionada con la gestión de los residuos patógenos tiene un fundamento en la Ley 09 de 1979--Código Sanitaria Nacional. Para los residuos sólidos con características infectocontagiosas (o residuos biómédicos), la norma dice “deberán incinerarse en el establecimiento donde se originen” (Artículo 30).

En Colombia la tecnología existente para la incineración de los residuos es sumamente obsoleta en la mayoría de los casos y no responde al gran problema de controlar los contaminantes atmosféricos, sino al de “desaparecer la basura” sin tener en cuenta los efectos que se están originando.

La irresponsabilidad de los vendedores de incineradores en Colombia, debida a la falta de reglamentos efectivos en ésta materia, ha ocasionado ya, de forma irreversible daños al ambiente y la salud de los colombianos. La inadecuada operación de incineradores, sin equipos de control y temperaturas por debajo de 850°C/1200°C en cámaras inferior/superior con chimeneas solamente 15 metros altas, es una fuente permanente de contaminantes peligrosos, sobre todo de los ultratóxicos dioxinas y furanos.

Esto es altamente reconocido por la comunidad científica mundial y Colombia no puede ser una excepción.

Con el propósito de mejorar la calidad de las emisiones de incineradores, el Ministerio del Medio Ambiente esta preparando una nueva norma con el nivel internacional, substituya del Decreto 02/82, cuyas elementos principales se muestran a continuación [3] :

**Límites De Emisión Para Promedio Diario.** Las instalaciones de incineración que vayan a ser implementadas no podrán descargar al aire los contaminantes que se señalan en la Tabla No.1, en un promedio de concentraciones diarias superiores a las indicadas a condiciones de referencia.

**TABLA No.1**  
**Limites De Emisión Para Promedio Diario**

<b>CONTAMINANTE</b>	<b>CONCENTRACION (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Métodos</b>
Material particulado	10	Analizador de partículas continuo ; EPA 1-5
Sustancias orgánicas, dadas como carbono total	10	Detector de ionización de llama de hidrógeno
Compuestos gaseosos de cloro inorgánico, dados como ácido clorhídrico (HCl)	10	Analizador continuo; NIOSH 7903
Compuestos gaseosos de flúor inorgánico, dados como fluoruro de hidrógeno (HF)	1	Analizador continuo; NIOSH 7903
Oxidos de azufre, dados como dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	50	EPA 6C
Oxidos de nitrógeno, dados como dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	200	EPA 7E
Monóxido de Carbono CO	50	Analizador. NDIR- Dec.02/1982
Mercurio y sus compuestos dados como Hg	0.03	NIOSH 6000

**Limites De Emisión Para Promedio De Media Hora.** Las instalaciones de incineración que vayan a ser implementadas, no podrán descargar concentraciones al aire, en un tiempo de operación de media hora superiores a las indicadas en la tabla 2, las cuales se encuentran a condiciones de referencia.

**TABLA No.2**  
**Limites De Emisión Para Promedio De Media Hora**

CONTAMINANTE	CONCENTRACION N (mg/m <sup>3</sup> )	Métodos
Material particulado	30	Analizador de partículas continua ; EPA 1-5
Sustancias orgánicas, dadas como carbono total	20	Detector de ionización de llama.
Compuestos gaseosos de cloro inorgánico, dados como ácido clorhídrico (HCl)	60	Analizador continuo; NIOSH 7903
Compuestos gaseosos de flúor inorgánico, dados como fluoruro de hidrógeno (HF)	4	Analizador continuo; NIOSH 7903
Monóxido de Carbono CO	100	NDIR-Analizador Dec. 02/82
Oxidos de azufre, dados como dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	200	EPA 6C
Oxidos de nitrógeno, dados como dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	400	EPA 7E
Mercurio y sus compuestos dados como Hg	0.05	NIOSH 6000

**Límites De Emisión Para Metales Pesados:** Las instalaciones de incineración que vayan a ser implementadas no podrán descargar concentraciones de metales pesados al aire superiores a las indicadas en la tabla 3, tomadas como un promedio, en un tiempo t de toma de muestra.

**TABLA No.3**  
**Promedio En Una Toma De Muestra**  
**Limites De Emisión Para Metales Pesados**

<b>METALES</b>	<b>CONCENTRACION (mg/m<sup>3</sup>)</b>
Cadmio y sus compuestos, dados como Cd	* *
Talio y sus compuestos, dados como Tl	* *
La sumatoria de los metales con* *	0.05
Arsénico y sus compuestos, dados como As	*
Plomo y sus compuestos, dados como Pb	*
Cromo y sus compuestos, dados como Cr	*
Cobalto y sus compuestos, dados como Co	*
Níquel y sus compuestos, dados como Ni	*
Vanadio y sus compuestos, dados como V	*
Cobre y sus compuestos, dados como Cu	*
Manganeso y sus compuestos, dados como Mn	*
Antimonio y sus compuestos, dados como Sb	*
Estaño y sus compuestos, dados como Sn	*
La sumatoria de los metales con *	0.5

Los métodos para medición y análisis que se podrán utilizar para este tipo de compuestos son: NIOSH 7300, 7900, 7024, 7027, 7029, 7048, 7082, 8005, 8310.

**Limite De Emisión De Dioxinas Y Furanos.** Las instalaciones de incineración que vayan a ser construidas y operadas no podrán descargar al aire dioxinas y furanos en concentraciones promedio formadas en un tiempo de toma de muestra superiores a 0.1 ng Equivalente toxicológico/m<sup>3</sup>, expresadas como la suma total de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a. A cada concentración de dioxina o furano determinado en el gas efluente, se multiplica por el factor de equivalencia dado en la Tabla No.4 como factor de riesgo.
- b. Cada uno de los valores modificados por el factor de equivalencia se suma y éste representa la concentración neta de emisión por muestra.
- c. Las concentraciones netas se promedian y este resultado se compara con el establecido en la norma para dioxinas y furanos (0.1ng Equivalente toxicológico/m<sup>3</sup>).
- d. El análisis de los grupos 4 y 5 se deberá hacer cada dos años.

**TABLA No. 4**

<b>DIOXINAS y FURANOS</b>	<b>FACTOR DE EQUIVALENCIA</b>
<b>Grupo 1.</b>	
2,3,7,8 Tetraclorodibenzodioxina (TCDD)	1.0
1,2,3,7,8 Pentaclorodibenzodioxina (PeCDD)	0.5
2,3,7,8 Tetraclorodibenzofurano (TCDF)	0.1
2,3,4,7,8 Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0.5
<b>Grupo 2.</b>	
1,2,3,4,7,8 Hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0.1
1,2,3,7,8,9 Hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0.1
1,2,3,6,7,8 Hexaclorodibenzodioxina (HxCDD)	0.1
1,2,3,7/4,8 Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0.05
1,2,3,4,7,8/9 Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0.1
1,2,3,7,8,9 Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0.1
1,2,3,6,7,8 Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0.1
2,3,4,6,7,8 Hexaclorodibenzofurano (HxCDF)	0.1
<b>Grupo 3</b>	
1,2,3,4,6,7,8 Heptaclorodibenzodioxina (HpCDD)	0.01
1,2,3,4,6,7,8,9 Octaclorodibenzodioxina (OCDD)	0.001
1,2,3,4,6,7,8 Heptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0.01
1,2,3,4,7,8,9 Heptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0.01
1,2,3,4,6,7,8,9 Octaclorodibenzofurano (OCDF)	0.001
<b>Grupo 4</b>	
2,3,7,8 Tetrabromodibenzodioxina (TBDD)	1.0
1,2,3,7,8 Pentabromodibenzodioxina (PeBDD)	0.5
2,3,7,8 Tetrabromodibenzofurano (TBDF)	0.1
2,3,4,7,8 Pentabromodibenzofurano (PeBDF)	0.5
<b>Grupo 5.</b>	
[1,2,3,4,7,8 Hexabromodibenzodioxina (HxBDD) /	0.1
1,2,3,6,7,8 Hexabromodibenzodioxina (HxBDD) ]	0.1
1,2,3,7,8,9 Hexabromodibenzodioxina (HxBDD)	0.1
1,2,3,7,8 Pentabromodibenzofurano (PeBDF)	0.05

**Medición De Dioxinas Y Furanos:** La toma de la muestra y el análisis en el laboratorio mediante el método de dilución de isótopos, debe hacerse de acuerdo al método VDI 3499 parte 2 de Alemania, 1948-2/3 de la Comunidad Económica Europea ó a la normatividad EPA 23, 23A.

Los análisis de laboratorio se podrán hacer en laboratorios internacionales o nacionales debidamente acreditados y/o utilizados internacionalmente como laboratorios para jurados públicos para dioxinas y furanos.

Los laboratorios nacionales que deseen prestar el servicio de análisis de dioxinas y furanos y no posean acreditación para ello, podrán hacerlo enviando las muestras tomadas a laboratorios

internacionales de acuerdo a la lista que el Ministerio del Medio Ambiente le entregará al interesado.

Siempre que se envíe una muestra, el laboratorio internacional deberá entregar una copia de los resultados directamente al Ministerio del Medio Ambiente a fin de comprobar la veracidad de la información que el laboratorio nacional reporte.

**Valores De Referencia De Oxígeno.** Para el cumplimiento de las normas de emisión establecidas en la presente resolución, el contenido de oxígeno de referencia deberá ser del 11% seco en volumen.

A fin de proporcionar un método de fácil entendimiento y aplicación, la resolución ha tomado el nomograma de la norma alemana con las indicaciones que a continuación se presentan para determinar la altura de la chimenea, estableciendo el fundamento y la razón técnica de la medida y no dejándola de forma empírica como aparentemente se calcula en el decreto 02 de 1982. Sobre esta base deberá diseñarse el incinerador en Colombia.

#### **Altura De La Chimenea:**

1. Identificar el flujo volumétrico  $V$  en  $Nm^3 / h$  a emitir a condiciones de referencia.
2. Identificar el flujo másico  $Q$  a emitir en  $kg / h$  para los contaminantes\*, de la tabla N° 5.
3. Determinar la Temperatura  $t$  del gas a emitir en  $^{\circ}C$
4. Establecer el diámetro de la chimenea en  $m$ , con base en el flujo volumétrico  $V$  en  $Nm^3 / h$  y la velocidad  $v$  en  $m/s$  del gas a emitir en la chimenea.

Este proyecto de resolución, contiene los parámetros necesarios para incineración, basados en las experiencias de más de 30 años de estudio de toxicidad de los contaminantes emanados desde las chimeneas en los incineradores, en países como Alemania y demás de la Comunidad Económica Europea, Estados Unidos, adaptada a la situación ambiental colombiana.

#### **Limitaciones:**

Rechazo de la comunidad a la instalación de incineradores

Requerimiento de combustibles adicionales

Altos costos de capital y de operación, en comparación con otras tecnologías como Microonda y después Relleno Sanitario

Algunos compuestos (que forman la fuente de cloro, con hidrocarburos--grasa etc. ; en la presencia de los metales convertidores catalíticos) en los residuos biomédicos, como las pruebas efectuadas en otros países indican, generan contaminantes ultratóxicos entre otros como dioxinas y furanos al combustir:  $117$  a  $450 \text{ ng/m}^3$  y  $52$  a  $30300 \text{ ng/m}^3$

No todos los componentes del residuo son incinerables.

**Tabla No 5**

<b>CONTAMINANTES y SUSTANCIAS</b>	<b>(S) en mg/m<sup>3</sup></b>
Material particulado *	0.2
Compuestos gaseosos de cloro inorgánico, dados como Cl *	0.1
Compuestos gaseosos de flúor inorgánico, dados como F *	0.003
Monóxido de Carbono CO *	15
Oxidos de azufre, dados como dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) *	0.2
Oxidos de nitrógeno, dados como dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) *	0.15
Sustancias inorgánicas adsorbidas a material particulado Clase I. Ver anexo 1.	0.02
Sustancias inorgánicas adsorbidas a material particulado Clase II. Ver anexo 1.	0.1
Sustancias inorgánicas adsorbidas a material particulado Clase III. Ver anexo 1.	0.2
Plomo Pb *	0.005
Cadmio Cd *	0.0005
Mercurio Hg *	0.005
Talio Tl *	0.005
Sustancias orgánicas gaseosas Clase I. Ver anexo 2.	0.05
Sustancias orgánicas gaseosas Clase II. Ver anexo 2.	0.2
Sustancias orgánicas gaseosas Clase III. Ver anexo 2	1.0
Sustancias cancerígenas Clase I Ver anexo 3	0.0001
Sustancias cancerígenas Clase II Ver anexo 3	0.001
Sustancias cancerígenas Clase III Ver anexo 3	0.01

**Ventajas:**

La destrucción térmica de los residuos patogénicos, si aplicada en de manera adecuada, ofrece las siguientes ventajas:

Aceptación general como método idóneo para la destrucción de patógenas  
 Posibilidad de operar en el sitio de generación o en lugares próximos a él ;  
 prerequisites esta pero una operación adecuada  
 Facilidad de control de las emisiones a la atmósfera

Tiempos de residencia reducidos  
Reducción de peso y de volumen del residuo  
Destrucción eficaz de los componentes peligrosos del residuo.

### **Bibliografía**

- (1) Estudio de prefactibilidad para la incineración de residuos patógenos en el distrito capital, Santafé de Bogotá, Septiembre de 1997; Ing. Gabriel Medina Moncayo, Consultor Ambiental
- (2) Propuesta de norma de contaminantes del aire para procesos de combustión de hornos y calderas; Ing. Eduardo Behrentz Valencia y Cesar Augusto García Ubaque, Santafé de Bogotá, Abril de 1999
- (3) Resolución (Borrador) No-----  
Por la cual se establecen las normas permisibles de emisiones para incineradores de residuos sólidos y líquidos

Dr. Davinder Kumar  
Condiciones Técnicas y Riesgos de La Incineración  
Santafé de Bogotá  
Septiembre 24 de 1999  
Número de páginas 9