NORMAS DE EMISIÓN Decreto 948/95 Resolución 909 / junio 5 2008

6. NORMAS DE EMISIÓN

De acuerdo con la actividad desarrollada en **JARDINES DEL APOGEO S.A.**, (proceso de cremación de cuerpos humanos y exhumaciones), los resultados de los parámetros evaluados en el presente estudio se comparan con los estándares establecidos en la Norma Nacional de emisiones para Hornos Crematorios (Art. 64 Resolución 909 de 5 de junio de 2008). Todas las normas emitidas por la autoridad y que sean contrarias a lo dispuesto en esta norma quedan derogadas hasta la fecha.

6.1 NORMAS DE EMISIÓN PARA HORNOS CREMATORIOS.

Según los Artículos 64 y 65 de la Resolución 909/2008, la norma de emisión para Hornos Crematorios, son los siguientes:

Tabla No. 16
NORMA DE EMISIÓN PARA HORNOS CREMATORIOS

CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN (mg/m³) Valor Límite Resolución 909/2008
Partículas Suspendidas Totales (PST)	50 (mg/m³)
Hidrocarburos (HC_T)	30 (mg/m³)
Monóxido de Carbono (CO)	150 (mg/m³)
Sumatoria Benzo(a)pireno + Dibenzo(a)antraceno	100 (µg/m³)

Tabla No. 17
COMPARACIÓN CON NORMAS DE EMISIÓN PARA HORNOS CREMATORIOS

PARÁMETRO DE CONTROL	UNIDAD	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.1	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.2	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.3	NORMA
		Cond. Referencia	Cond. Referencia	Cond. Referencia	RESOLUCIÓN 909/2008
Material Particulado	mg/m³	34,40	40,40	56,10	**50**
CO	mg/m³	74,82	61,78	43,33	**150**
HCT	mg/m³	0,33	0,78	13,54	**30**
ΣBenzo(a)pireo + Dibenzo(a)antr.	µg/m³	0,1070	0,1072	0,1073	**100**

Las concentraciones reportadas por la norma de Emisión al igual que las concentraciones evaluadas en la Fuente se reportan a condiciones de referencia.

6.2 CORRECCION DE LAS CONCENTRACIONES AL VALOR DE REFERENCIA (11 % O2)

Todas las concentraciones de contaminantes generados de procesos de combustión deben ser referenciadas a un valor de oxígeno fijo. Lo anterior se hace con el propósito de poder realizar comparaciones entre diferentes fuentes evitando la dilución de la contaminación por ALTOS excesos de oxígeno. Para la comparación con la norma se tomaron los promedios de las concentraciones obtenidas en los muestreos.

> ***ARTÍCULO 64. RESOLUCION 909 DE 2008***. Para los muestreos de chimenea en incineradores y hornos crematorios, utilizando cualquier combustible, el valor de referencia para el oxígeno es de 11% en volumen. Para ello se podrá utilizar la siguiente relación de conversión.

$$C_S\,(11\%\ O_2) = \frac{10\ C_s}{21 - \%\ O_2}$$

A continuación, presentamos las concentraciones de gases promedio medidas de manera continua en el equipo en el muestreo definitivo. El promedio del O_2 es el que se utiliza en la anterior ecuación.

HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY

Sampling Date	CO Ir (ppm)	O2 [%]	CO2 Ir [%]
MUESTREO No.1	69	11,94	4,54
MUESTREO No.2	57	12,01	4,74
MUESTREO No.3	40	11,29	4,85

Tabla No. 18
COMPARACIÓN DE RESULTADOS CORREGIDOS POR O_2 SEGÚN RESOLUCIÓN 909

PARÁMETRO DE CONTROL	UNIDADES	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.1		HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.2		HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.3	
		Cond. Referencia	Corregido al 11 % O_2	Cond. Referencia	Corregido al 11 % O_2	Cond. Referencia	Corregido al 11 % O_2
Material Particulado	mg/m³	34,40	37,97	40,40	44,94	56,10	57,78
CO	mg/m³	74,82	82,58	61,78	68,72	43,33	44,62
HCT	mg/m³	0,33	0,36	0,78	0,87	13,54	13,87
ΣBenzo(a)pireno + Dibenzo(a)antr.	µg/m³	0,1070	0,1181	0,1072	0,1192	0,1073	0,1105

(Numeral 1.1.2. Protocolo de Emisiones) Para la determinación del cumplimiento de material particulado y de óxidos de azufre se deben realizar tres pruebas o corridas, a menos que el IDEAM determine algo diferente. En este caso será el promedio de las tres pruebas o corridas el que se compare con el estándar aplicable. El número de corridas para cada uno de los parámetros evaluados, se hicieron teniendo en cuenta la resolución 0935 de 2011 del IDEAM *''por la cual se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas''*

Tabla No. 19
COMPARACIÓN CON NORMAS DE LOS RESULTADOS PROMEDIO

PARÁMETRO DE CONTROL	UNIDAD	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.1	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.2	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.3	PROMEDIO	NORMA
		Corregido al 11 % O_2	Corregido al 11 % O_2	Corregido al 11 % O_2	Corregido al 11 % O_2	RESOLUCIÓN 909/2008
Material Particulado	mg/m^3	37,97	44,94	57,78	46,89	**50**
CO	mg/m^3	82,58	68,72	44,62	65,31	**150**
HCT	mg/m^3	0,36	0,87	13,87	5,03	**30**
ΣBenzo(a)pireno + Dibenzo(a)antr.	$\mu g/m^3$	0,1181	0,1192	0,1105	0,1159	**100**

Al comparar con los valores límites establecidos por la Normatividad se concluye que la concentración de Material Particulado (MP), Monóxido de Carbono (CO) Hidrocarburos Totales (HC_T) y Benzo(a)pireno & Dibenzo(a)antraceno, emitidos al ambiente por la fuente CUMPLEN lo referente a concentraciones permisibles expuestas en la Res. 909 del 2008, teniendo en cuenta la regla de decisión descrita en el MNL-001 numeral 7.8.6 según los criterios (ILAC-G8:09/2019).

6.3 ALTURA DE DESCARGA DE EMISIONES

La altura de descarga de las fuentes de emisión para los distintos contaminantes emitidos a la atmósfera y evaluados en el estudio, se calcula a partir de la aplicación de la resolución 760 y 2153 de 2010.

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 y de las estructuras cercanas, la dirección predominante del viento en la zona y la influencia que pueden tener las estructuras cercanas en la dispersión de los contaminantes emitidos por la fuente. La aplicación de Buenas Prácticas de Ingeniería no contempla la determinación de frecuencias para recalcular la altura de la chimenea de las fuentes de emisión cuando se presenten variaciones de las condiciones del entorno.

Generalidades

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 determinar 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.

Buenas Prácticas de Ingeniería para instalaciones existentes.

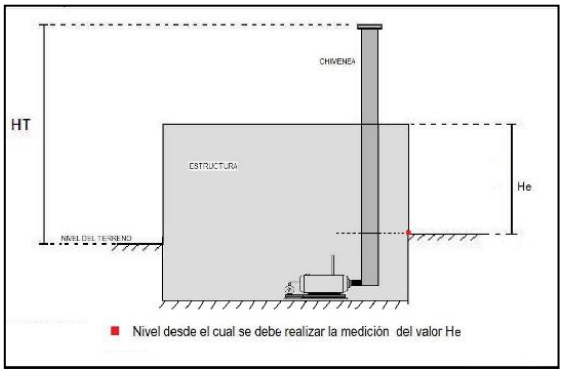
Para el caso de procesos o instalaciones existentes, la altura resultante de la aplicación de la siguiente ecuación:

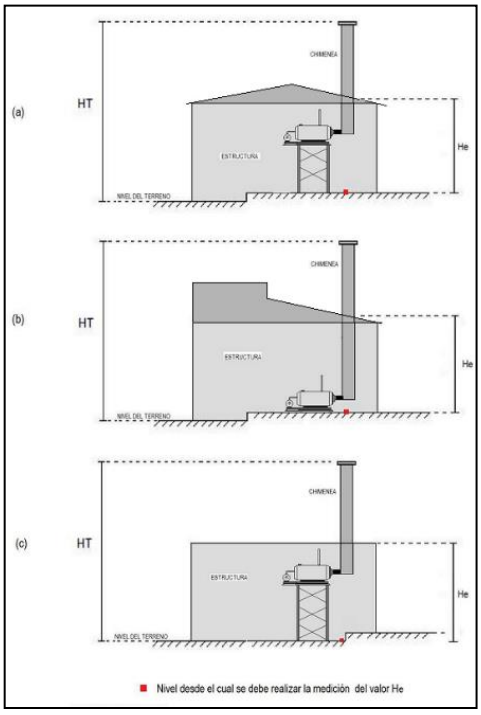
$$HT = 2{,}5He$$

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 Figuras)

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





Antes del 28 de febrero de 2013 aquellas actividades que de acuerdo con lo establecido en el artículo 1 de la Resolución 1807 de 2012 tengan la obligación de contar con un ducto o chimenea, deberán cumplir con la altura obtenida luego de la aplicación de las Buenas Prácticas de Ingeniería de las que trata el presente capítulo. El procedimiento y resultado obtenidos deberán ser informados a la autoridad ambiental competente.

A continuación, se presenta el cálculo de altura para la fuente evaluada en las instalaciones de JARDINES DEL APOGEO S.A.:

EQUIPO	Ubicación fuente Desde el terreno (m)	Altura He (m)	Altura actual (m)	Altura Requerida HT (m)
HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY	0	4,4	16,5	11,0

6.4 FRECUENCIA DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS

En la Tabla No. 24 se establecen las frecuencias de monitoreo de contaminantes para hornos crematorios.

Tabla No. 24 frecuencias de monitoreo de contaminantes para Hornos Crematorios.

CONTAMINANTES	FRECUENCIAS DE MONITOREO
Material Particulado (MP)	Realizar medición directa cada seis (6) meses
CO	Realizar monitoreos continuos con toma permanente durante la operación. Registro de datos máximo cada 5 minutos
Hidrocarburos Totales expresados como CH_4	Realizar una medición directa cada seis (6) meses
Sumatoria de Benzo(a)pireno y Dibenzo(a) antraceno	Realizar una medición directa según lo estipule la UCA

La medición de todos los contaminantes se deberá iniciar una vez los hornos han sido precalentados y se han introducido los restos de la exhumación (ropa, vidrio, plástico, madera y tela que se encuentran en proceso de descomposición y de cadáveres humanos o animales de acuerdo con lo establecido en el Anexo 1 de la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

Para la determinación del promedio horario tanto de Material Particulado como de Hidrocarburos Totales se deberá realizar una medición directa de acuerdo con la frecuencia establecida en la Tabla Anterior. El valor encontrado será el que se debe comparar con el promedio horario establecido en la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya.

Para la determinación del promedio diario de Hidrocarburos Totales se deberá realizar la toma y análisis de muestra para cada uno de los servicios de cremación que se presten el día que corresponda realizar la medición de acuerdo con la frecuencia establecida en la Tabla. El valor que se debe comparar con los estándares definidos en la Resolución 909 de 2008 o la que la adicione, modifique o sustituya será el promedio de estas mediciones.

Para el caso de Benzo(a)pirenos y Dibenzo(a) antracenos se deberá determinar la frecuencia de medición por medio de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA), como lo establece la Resolución 2267 de 2018.

La metodología consiste en la determinación de las Unidades de Contaminación Atmosférica (UCA) para cada uno de los contaminantes a los cuales está obligado a medir 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 evaluados, la frecuencia encontrada será independiente para cada uno y no se regirá por el máximo o por el mínimo de los periodos encontrados.

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/m^3 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/m^3

Con cada valor obtenido de la ecuación se obtiene la frecuencia de monitoreo, de acuerdo con lo establecido en la Tabla No. 25

Tabla No. 25
Frecuencia de monitoreo contaminantes de acuerdo con la Unidad de Contaminación Atmosférica

UCA	GRADO DE SIGNIFICANCIA DEL APORTE CONTAMINANTE	FRECUENCIA DE MONITOREO (AÑOS)
≤ 0.25	Muy bajo	3
>0.25 y ≤ 0.5	Bajo	2
>0.5 y ≤ 1.0	Medio	1
>1.0 y ≤ 2.0	Alto	½ (6 meses)
> 2.0	Muy alto	¼ (3 meses)

Consideraciones adicionales en la determinación de la frecuencia de monitoreo de emisiones atmosféricas basados en el uso de la UCA. A continuación, se presentan algunas consideraciones que se deben tener en cuenta en la determinación de la frecuencia de monitoreo para algunos casos especiales, basados en el uso de la Unidad de Contaminación Atmosférica.

6.4.1 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. En todo caso, la medición se deberá realizar cuando el equipo se encuentre operando mínimo al 90% de su operación normal.

6.4.2 Equipos de respaldo

Los equipos de respaldo, es decir, aquellos que se activan cuando el equipo principal 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 deberán realizar medición de las emisiones contaminantes. En este caso, para la aplicación y cumplimiento de esta condición, el equipo no podrá operar más de 3 días seguidos.

Tabla No. 20
Frecuencia de monitoreo contaminantes de acuerdo con la UCA

EQUIPO	PARAMETRO	UCA	GRADO DE SIGNIFICANCIA DEL APORTE CONTAMINANTE	FRECUENCIA DE MONITOREO
Horno Crematorio All Crematory	Benzo(a)pirenos y Dibenzo(a) antracenos	0,001	Muy Bajo	3 AÑOS

6.5 PROMEDIO DIARIO MUESTREO DE HCT HORNOS CREMATORIOS.

Para el cálculo del promedio diario de Hidrocarburos Totales realizado al horno crematorio durante el tiempo de monitoreo se tuvo en cuenta las cremaciones realizadas durante el siguiente horario de trabajo:

FUENTE EVALUADA	HORA INICIO	HORA FIN
HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY	09:10 am	14:35 pm

Dichas mediciones se llevaron a cabo durante la etapa de cremación para cada uno de los servicios presentados durante el día de muestreo, comparando el valor promedio con el límite establecido en la Resolución 909 de 2008 acorde a las exigencias del Protocolo.

Las mediciones son representativas dado que durante estas no se observó variabilidad a pesar de monitorear diferentes procesos. Los hornos cuentan con dos cámaras de combustión que garantizan el cumplimiento de las temperaturas exigidas en el Art. 62 de la Res. 909: 750ºC combustión, 900ºC postcombustión, lo que disminuye considerablemente y evita fluctuaciones en este parámetro.

A continuación, se presentan los resultados del promedio diario de HCT, comparados con los límites establecidos en el Art. 64 de la resolución 909 de 2008:

CONTAMINANTE	UNIDADES	HORNO CREMATORIO HCT Corregido al 11% O_2 (mg/m^3)	Valor Límite Resolución 909/2008 (mg/m^3)
HCT	mg/m^3	7,74	15

7. CONCLUSIONES

El Departamento de Gestión Ambiental de la Empresa **JARDINES DEL APOGEO S.A.** contrató el servicio de evaluación de emisiones atmosféricas al Horno Crematorio del Cementerio. Dentro de esta evaluación se realizaron mediciones de Partículas Suspendidas Totales (PST), Dióxido de Carbono (CO_2), Oxígeno (O_2), Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos Totales (HCT) y Benzo(a)pireno y Dibenzo(a)antraceno (B&D) que se descargan al ambiente. Las Emisiones son aportadas por la fuente: Horno crematorio ALL CREMATORY el cual consume Gas Natural como combustible.

Durante el desarrollo del estudio se comprobó que la operación de la fuente fuese normal y superior al 90% de las cremaciones promedio que ha tenido la Empresa en los últimos DOCE (12) meses.

PARÁMETRO DE CONTROL	14 de enero de 2022
Capacidad máxima de operación (día)	7
Cremación Promedio / día	3
Cremación día del muestreo	4
% de operación día de muestreo	**133%**

Las condiciones de operación bajo la cuales fue evaluada la fuente corresponden a las normales y las mediciones de los parámetros evaluados se llevaron a cabo cremando cuerpos humanos y exhumaciones. Los resultados de las mediciones realizadas en el trabajo de campo (concentraciones de gases y material particulado) emitidos a la atmósfera se muestran a continuación.

ANALISIS DE GASES PROMEDIO HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY

Sampling Date	CO Ir (ppm)	O2 [%]	CO2 Ir [%]
MUESTREO No. 1	69	11,94	4,54
MUESTREO No. 2	57	12,01	4,74
MUESTREO No. 3	40	11,29	4,85

Los anteriores registros muestran un proceso de combustión donde las relaciones aire/ combustible alimentados a la fuente, se mantiene dentro de niveles aceptables.

EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO, MONÓXIDO DE CARBONO E HIDROCARBUROS TOTALES.

(Numeral 1.1.2. Protocolo de Emisiones) Para la determinación del cumplimiento de material particulado y de óxidos de azufre se deben realizar tres pruebas o corridas, a menos que el IDEAM determine algo diferente. En este caso será el promedio de las tres pruebas o corridas el que se compare con el estándar aplicable. El número de corridas para cada uno de los parámetros evaluados, se hicieron teniendo en cuenta la resolución 0935 de 2011 del IDEAM ''por la cual se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas o corridas para la medición de contaminantes en fuentes fijas''.

PARÁMETRO DE CONTROL	UNIDAD	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.1	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.2	HORNO CREMATORIO ALL CREMATORY Muestreo No.3	PROMEDIO	NORMA
		Corregido al 11 % O_2	Corregido al 11 % O_2	Corregido al 11 % O_2	Corregido al 11 % O_2	RESOLUCIÓN 909/2008
Material Particulado	mg/m^3	37,97	44,94	57,78	46,89	**50**
CO	mg/m^3	82,58	68,72	44,62	65,31	**150**
HCT	mg/m^3	0,36	0,87	13,87	5,03	**30**
ΣBenzo(a)pireno + Dibenzo(a)antr.	$\mu g/m^3$	0,1181	0,1192	0,1105	0,1159	**100**

Al comparar con los valores límites establecidos por la Normatividad se concluye que la concentración de Material Particulado (MP), Monóxido de Carbono (CO), Hidrocarburos Totales (HC_T) y Benzo(a)pireno & Dibenzo(a)antraceno, emitidos al ambiente por la fuente CUMPLEN lo referente a concentraciones permisibles expuestas en la Res. 909 del 2008, teniendo en cuenta la regla de decisión descrita en el MNL-001 numeral 7.8.6 según los criterios (ILAC-G8:09/2019).

TIEMPO DE RETENCIÓN DE LOS GASES. Los gases de combustión generados en las cámaras del horno deben tener un tiempo de retención o residencia que garantice la transformación de todos los compuestos en óxidos estables. De acuerdo al volumen de la cámara de post-combustión del Horno CREMATORIO evaluado y consultando las especificaciones del mismo según la información suministrada por la Empresa tenemos:

HORNO CREMATORIO

El caudal de gases reportado por el muestreo Isocinético es:

Qs= 0,87 m^3/s.

El volumen de la cámara de postcombustión es de 1,89 m^3 (información suministrada por la Empresa).

Tiempo de retención t = (Vol. Câmara / Qs) = (1,89 m^3 / 0,79 m^3/s) = 2,39 s.

Los anteriores valores muestran el cumplimiento de la normatividad en lo que hace referencia a los tiempos de residencia.

EVALUACION DE LA ALTURA DE EMISION

En lo referente a la determinación de la altura mínima de emisión de contaminantes de JARDINES DEL APOGEO S.A., se realizó la determinación de la altura mínima para la dispersión de contaminantes de acuerdo con lo establecido en el Protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas y en la resolución 6982 art. 17 Parágrafo 3.

EQUIPO	Ubicación fuente Desde el terreno (m)	Altura He (m)	Altura actual (m)	Altura Requerida HT (m)	Cumplimiento
Horno Crematorio	0	4,4	16,5	11,0	Si

En la verificación de los equipos antes y después de todas las mediciones realizada por el Ingeniero de campo y el Director Técnico de la Empresa, concluimos que el error es inferior al 5%, el Drift inferior al 3% (Anexo No. 5 y 6) y la variación del flujo del instrumento es inferior del 10% cumpliendo los puntos de control expuestos en los métodos EPA; lo anterior valida las mediciones realizadas por método comparativo utilizando patrones con trazabilidad, cumpliendo el numeral 2.2.6.4 del protocolo.

Las condiciones de operación bajo la cual fue evaluada la fuente corresponden a las normales. Se verificaron la perpendicularidad de los puertos de muestreo y que estos se localizaran a la misma altura. Adicionalmente se corroboró que las temperaturas de las cámaras y de chimenea estuvieran acorde a las exigencias de la Res. 909 (combustión mayor o igual a 750°C, postcombustión mayor o igual a 900°C y chimenea menor de 250ºC).



8. BIBLIOGRAFIA

Ref. 1: INGENIERIA DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE. Noel de Nevers 1.997

Ref. 2: CONTROL DE CALIDAD Y SU APLICACION A PRODUCTOS DEL PETROLEO; Boletín ESSO; 1.991.

Ref. 3: ANALISIS DE COMBUSTIBLES. Ecopetrol; 1.988.

Ref. 4: PRINCIPIOS DE LOS PROCESOS QUIMICOS. Hougen, Watson, Ragatz; 1.980.

Ref. 5: Ministerio de Salud de Colombia: Decreto 02 de 1.982: Bogotá: Enero 11 de 1.982.

Ref. 6: APTI Course 450: Source Sampling for Particulate Pollutants: Edition 3.0: 1.995.

Ref. 7: EPA: Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems: 1.988.

Ref. 8: Perry, John H.: Manual del Ingeniero Químico: Mc Graw Hill: México: 1.986.

Ref. 9: Bacharach: Combustion Efficiency - Combustion Safety - Environmental Measurements: 2nd Edition.

Ref. 10: Taller Medición de Emisiones de Fuentes Fijas y Aseguramiento en la Calidad de las Mediciones IDEAM – UNIVERSIDAD NACIONAL

Ref. 11: Code of Federal Regulations 40 Part 60 Revised as of July 1, 2007 US government Printing Office Washington.

Página en blanco