

# Determinación de fenol en aire - Método de adsorción en gel de sílice / Cromatografía de gases

MTA/MA-040/A98

**Palabras clave:** mercurio, fenol, aire, cromatografía de gases.

## PRESENTACIÓN

El fenol es un compuesto cáustico y altamente tóxico que se utiliza ampliamente en diversos procesos industriales tales como la fabricación de plásticos (fenoplastos), refinado del petróleo, fabricación de fertilizantes, etcétera y que también puede encontrarse en los ambientes laborales como producto liberado en diversos procesos industriales tales como la fabricación de machos de moldeo a partir de resinas fenólicas. Por esta razón, resulta de interés disponer de un método ensayado y validado para la determinación de fenol en aire, con el fin de poder evaluar la exposición laboral a este compuesto.

Hasta ahora el medio de captación utilizado consistía en una disolución de hidróxido sódico 0,1 M. Dado que el uso de impinger en la toma de muestra presenta una serie de inconvenientes, tales como pérdidas en el transporte, poca reproducibilidad de resultados, etcétera, se ha considerado necesario el estudio de un nuevo método de toma de muestra y análisis, que incluye la captación en un adsorbente sólido a fin de evitar los inconvenientes inherentes a la utilización del impinger.

El método "*Determinación de fenol en aire - Método de adsorción en gel de sílice/Cromatografía de gases*" es un **MÉTODO ACEPTADO** por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Como **MÉTODO ACEPTADO** se entiende un método utilizado en el INSHT y que ha sido sometido a un protocolo de validación por organizaciones oficiales competentes en el área de la normalización de métodos analíticos, o bien ha sido adoptado como método recomendado por asociaciones profesionales dedicadas al estudio y evaluación de riesgos por agentes químicos, así como, aquellos métodos recomendados por la UE o basados en métodos ampliamente conocidos y evaluados por especialistas en este tipo de análisis.

## Índice

### 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

### 2. DEFINICIÓN

### 3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO

### 4. REACTIVOS Y PRODUCTOS

#### 4.1. Gases

#### 4.2. Reactivos

#### 4.3. Disoluciones

### 5. APARATOS Y MATERIAL

#### 5.1. Aparatos y material para la toma de muestra

#### 5.2. Aparatos y material para el análisis

### 6. TOMA DE MUESTRA

### 7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

#### 7.1. Preparación de muestras y blancos

#### 7.2. Calibración

#### 7.3. Análisis cromatográfico

#### 7.4. Determinación de la eficacia de desorción

### 8. CÁLCULOS

#### 8.1. Cálculo de la eficacia de desorción

#### 8.2. Determinación de la concentración de analito presente en la disolución de desorción

#### 8.3. Determinación de la cantidad de analito presente en la muestra

#### 8.4. Determinación de la concentración de analito en aire

### 9. PRECISIÓN

### 10. BIBLIOGRAFÍA

#### ANEXO A

#### ANEXO B

#### ANEXO C

---

## 1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Se describen en este método el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la captación en tubo de gel de sílice y análisis por cromatografía de gases, de vapores de fenol (Nº CAS 108-95-2) en aire en ambientes laborales en un intervalo de concentración de 0,5 ml/m<sup>3</sup> a 11 ml/m<sup>3</sup> (ppm) en muestras de diez litros de aire.

El límite superior del intervalo útil depende de la capacidad de adsorción del gel de sílice utilizado, que se establece en función del volumen de ruptura (véase [apartado 2](#) y [tabla 1 del anexo A](#)), el cual no debe excederse durante el muestreo.

El límite inferior del intervalo útil depende de una serie de factores tales como: nivel de ruido del detector, blancos de la muestra y reactivos, eficacia de desorción y las interferencias en el análisis cromatográfico.

Este método de análisis se ha desarrollado para determinar concentraciones medias ponderadas en el tiempo de vapores de fenol en aire, mediante la utilización de equipos de muestreo de bajo caudal, tanto para tomas de muestras personales como en lugares fijos. No puede ser utilizado para medir concentraciones instantáneas o fluctuaciones de concentración en periodos cortos de tiempo.

Se considera como interferencia cualquier otro compuesto orgánico, que presente el mismo o próximo tiempo de retención que los compuestos a analizar, en las condiciones de operación descritas en este método. Estas interferencias pueden minimizarse seleccionando las condiciones y columnas adecuadas.



## 2. DEFINICIÓN

El volumen de ruptura del tubo de gel de sílice es el volumen de aire contaminado que puede pasarse a través, de la primera sección del tubo, antes de que la concentración del contaminante en el aire eluyente alcance el 5% de la concentración de entrada.



## 3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO

La muestra se recoge haciendo pasar una cantidad conocida de aire a través de un tubo relleno de gel de sílice, mediante una bomba de muestreo personal, quedando los vapores orgánicos adsorbidos sobre el gel de sílice. Posteriormente se desorben con acetona y se analiza la disolución resultante en un cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama.

Se obtienen las áreas de los picos de los analitos de interés y del patrón interno, determinando la cantidad presente en la muestra.

A partir de la masa de los analitos presentes en la muestra se obtienen las concentraciones ambientales.



## 4. REACTIVOS Y PRODUCTOS

## 4.1. Gases

### 4.1.1. Nitrógeno purificado

### 4.1.2. Hidrógeno purificado

### 4.1.3. Aire sintético puro



## 4.2. Reactivos

Todos los reactivos deben ser de calidad analítica.

### 4.2.1. Fenol

**PREVENCIÓN:** SUSTANCIA TÓXICA. Frases (R) 24/25-34. Frases (S) 28-45. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).

### 4.2.2. Acetona

**PREVENCIÓN:** SUSTANCIA FÁCILMENTE INFLAMABLE. Frases (R) 11. Frases (S) 9-16-23-33. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).

### 4.2.3. Alcohol bencílico (patrón interno)

**PREVENCIÓN:** SUSTANCIA NOCIVA. Frases (R) 20/22. Frases (S) 26. [Real Decreto 363/1995 \(10.1.\)](#).



## 4.3. Disoluciones

**4.3.1. Disolución desorbente:** acetona conteniendo el patrón interno en una concentración de 0,2 µl/ml.

**4.3.2. Disolución patrón para la calibración a un nivel de concentración.** Se prepara añadiendo una cantidad del analito determinada por pesada a un volumen de disolución desorbente (4.3.1.), a fin de obtener una disolución patrón en concentración similar a la muestra a analizar. Dicha concentración se debe expresar en términos de mg/ml de disolución desorbente.

**4.3.3. Disoluciones patrón para la calibración multinivel.** Se prepara una disolución patrón añadiendo una cantidad de analito determinada por pesada a un volumen conocido de disolución desorbente (4.3.1.). Realizar un mínimo de cinco diluciones volumétricas de la disolución anterior, a fin de obtener disoluciones patrón de concentraciones que cubran el intervalo de aplicación del método. Dichas concentraciones se deben expresar en términos de mg/ml de disolución desorbente.



## 5. APARATOS Y MATERIAL

### 5.1. Aparatos y material para la toma de muestra

**5.1.1. Bomba de muestreo.** Se requiere una bomba de muestreo portátil capaz de mantener un funcionamiento continuo durante todo el tiempo de muestreo. El caudal de la bomba ha de mantenerse constante dentro de un intervalo  $\pm 5\%$ .

Para conectar la bomba y el tubo de gel de sílice (o el soporte del tubo) se utilizará un tubo de goma o plástico de longitud y diámetro adecuado, a fin de evitar estrangulamientos y fugas en las conexiones.

Para la calibración de la bomba se utilizará preferentemente un medidor de burbuja de jabón.

**5.1.2. Tubos de muestreo.** Se utilizarán tubos de vidrio con los dos extremos cerrados a la llama de 7 cm de longitud, 6 mm de diámetro externo y 4 mm de diámetro, interno, conteniendo dos secciones de gel de sílice separadas por una porción de espuma de poliuretano de 2 mm. La primera sección contiene 150 mg de gel de sílice 20/40 mallas y la segunda 75 mg. Entre el extremo de salida del tubo y la segunda sección se coloca una porción de 3 mm de espuma de poliuretano. Delante de la primera sección se coloca un tapón de lana de vidrio silanizada.

Los tubos deberán disponer de tapones de polietileno que ajusten bien, para prevenir fugas durante el transporte y almacenamiento de las muestras.

Se dispondrá de algún elemento de sujeción a fin de mantener el tubo de muestreo en posición vertical en la zona de respiración del trabajador.

## 5.2. Aparatos y material para el análisis

**5.2.1. Tubos con tapón roscado** de 2 ml de capacidad o mayores, con junta recubierta de politetrafluoroetileno.

**5.2.2. Cromatógrafo de gases equipado con detector de ionización de llama** capaz de detectar una inyección de 6 ng de fenol con una relación señal-ruido de al menos 5 a 1.

**5.2.3. Columna cromatográfica** de vidrio de 2 m por 6,35 mm de diámetro externo, empaquetada con 10% Carbowax 20M en Chromosorb W AW DMCS 60/80 mallas o cualquiera otra capaz de separar los analitos de interés.

**5.2.4. Integrador electrónico** u otro sistema equivalente para la medida de las áreas de los picos.

## 6. TOMA DE MUESTRA

**6.1.** Calibrar la bomba portátil conectada a un tubo de muestreo (5.1.2.) en condiciones representativas de la toma de muestra, utilizando un medidor de caudal externo (medidor de burbuja de jabón).

**6.2.** Romper los dos extremos del tubo de gel de sílice justo antes de comenzar el muestreo. Conectar la bomba al tubo de muestreo con un tubo de goma o plástico de tal forma que la sección menor del tubo (segunda sección) sea la más próxima a la bomba. Evitar toda conexión, anterior a la entrada del tubo de gel de sílice a fin de evitar posibles adsorciones de contaminantes en la misma, que conlleven a errores en las determinaciones.

**6.3.** Colocar verticalmente el tubo de muestreo en la zona de respiración del trabajador (por ejemplo, sujeto a la solapa). La bomba de muestreo se sujeta en el cinturón del trabajador o en su bolsillo. En el caso de muestras estáticas debe elegirse un lugar de muestreo adecuado.

**6.4.** Poner en marcha la bomba y controlar la duración del muestreo. Normalmente el caudal no debe exceder de 500 ml/min recomendándose un volumen de muestra de 10 litros (véase [tabla 1 del anexo A](#)).

En caso de que la humedad relativa sea > 70% se recomienda disminuir el volumen de muestreo o bien aumentar la cantidad de adsorbente.

**6.5.** Anotar y registrar los tiempos, temperatura, humedad, caudal y presión barométrica antes y después de la toma de muestra.

**6.6.** Finalizado el muestreo, desconectar la bomba, retirar los tubos de muestreo y cerrar ambos extremos con los tapones de polietileno. Etiquetar convenientemente cada tubo.

**6.7.** Con cada lote de muestras debe prepararse un blanco de muestra, utilizando tubos idénticos a los usados para el muestreo y sometidos a las mismas manipulaciones, excepto que no se ha pasado aire a su través.

**6.8.** Las muestras deben almacenarse refrigeradas y analizarse dentro de los catorce días siguientes a su captación (véase [tabla 4 del anexo A](#)).

## 7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

### 7.1. Preparación de muestras y blancos

Añadir 1 ml de la disolución desorbente (4.3.1.) a un tubo roscado y cerrarlo inmediatamente. Hacer una muesca en el tubo de gel de sílice enfrente de la primera sección y romper el tubo. Se saca y se desecha la lana de vidrio. Añadir la primera sección de gel de sílice al tubo con la disolución desorbente y volver a cerrar. Agitar el tubo ocasionalmente durante un período de 30 minutos para asegurarse que la desorción sea máxima. Repetir el mismo procedimiento para la segunda sección de gel de sílice utilizando otro tubo roscado.

### 7.2. Calibración

**7.2.1. Calibración a un nivel de concentración.** Para minimizar errores en la adición del patrón interno en muestras y patrones se recomienda la utilización de la disolución desorbente (4.3.1.), que lleva incorporado alcohol bencílico como patrón interno, tanto para la desorción de las muestras como para la preparación de la disolución patrón.

La disolución patrón se prepara por triplicado según se indica en el apartado 4.3.2., analizándose en las mismas condiciones que las muestras, con el fin de obtener una respuesta media de cada analito (8.2.1.1.).

**7.2.2. Calibración multinivel.** Cada una de las cinco disoluciones patrón preparadas según el apartado 4.3.3. se analizan en las mismas condiciones que las muestras. La curva de calibración se construye representando en una gráfica las concentraciones de fenol en mg/ml de disolución, frente a las relaciones de áreas entre el pico del analito y el pico del patrón interno (véase [anexo B](#)).



### 7.3. Análisis cromatográfico

**7.3.1. Condiciones cromatográficas.** Las condiciones típicas de trabajo para el cromatógrafo de gases equipado según se indica en los apartados 5.2.2. y 5.2.3. son las siguientes:

- Temperatura del inyector 200 °C
- Temperatura del horno 175 °C
- Temperatura del detector 220 °C
- Gas portador nitrógeno 25 ml/min
- Hidrógeno 25 ml/min
- Aire sintético 230 ml/min

**7.3.2. Inyectar una alícuota** de 1 a 5 µl tanto de las disoluciones resultantes de las desorciones del tubo de gel de sílice (7.1.) como de las disoluciones patrón en el cromatógrafo de gases. Determinar las áreas de los picos del analito de interés y del patrón interno.



### 7.4. Determinación de la eficacia de desorción

La eficacia de desorción del fenol puede variar con el tipo y lote de gel de sílice usado, siendo necesario calcularla para cada lote de gel de sílice sobre el intervalo de aplicación del método.

Para calcular dicha eficacia de desorción, se inyectan diferentes cantidades de una disolución de concentración apropiada de fenol en acetona, en al menos tres tubos conteniendo 150 mg de gel de sílice (primera sección de un tubo de muestreo) para cubrir el intervalo de aplicación del método. Una vez adicionado el contaminante a los tubos de gel de sílice, se guardan refrigerados durante toda la noche para asegurar la completa adsorción. Estos tubos se tratan como muestras. Paralelamente debe prepararse un tubo blanco por cada concentración, de la misma manera que las muestras, añadiéndole el mismo volumen de acetona libre de fenol.

Asimismo, se preparan dos o tres patrones inyectando el mismo volumen del contaminante en 1 ml de disolución desorbente, con la misma microjeringa utilizada en la preparación de las muestras.

Tanto los tubos blancos como los de muestra se desorben con 1 ml de disolución desorbente de la forma descrita en el apartado 7.1. analizándose dichas disoluciones, así como las disoluciones patrón, de la misma manera que se ha descrito en el apartado 7.3.



## 8. CÁLCULOS

### 8.1. Cálculo de la eficacia de desorción

La eficacia de desorción (ED) se calcula basándose en los resultados obtenidos en el apartado 7.4., mediante la siguiente expresión:

$$ED = \frac{m_i - m_b}{m}$$

donde:

$m_i$  es la cantidad promedio (mg) de analito recuperada en la primera sección del tubo de gel de sílice (tubo tratado como muestra).

$m$  es la cantidad promedio (mg) de analito añadida al patrón.

$m_b$  es la cantidad de analito (mg) encontrada en el blanco.

Basándose en los datos de la [tabla 2 del anexo A](#), puede considerarse que la eficacia de desorción para el fenol es constante en todo su intervalo de aplicación y se calcula promediando los valores obtenidos, resultando un valor de 0,992.

En cualquier caso se recomienda calcular dicho valor en cada laboratorio, no utilizándose aquellos tubos cuya eficacia de desorción sea inferior a 75% (ED = 0,75).



## 8.2. Determinación de la concentración de analito presente en la disolución de desorción

### 8.2.1. Calibración a un nivel de concentración

8.2.1.1. Determinación del factor de respuesta. Se calcula el factor de respuesta del analito y del patrón interno con los datos obtenidos en el apartado 7.2.1. mediante la expresión:

$$F = \frac{m}{A}$$

donde:

m es la cantidad de analito o patrón interno en las disoluciones patrón.

A es el área promedio correspondiente al pico de analito o patrón interno en las disoluciones patrón.

8.2.1.2. Determinación del factor de respuesta relativo. Se calcula utilizando la expresión:

$$f_i = \frac{F_R \text{ analito}}{F_R \text{ patrón interno}}$$

8.2.1.3. La concentración en miligramos por mililitro del analito en las disoluciones de desorción de cada sección del tubo de muestreo se determina según la expresión:

$$c_i = \frac{A_i \times c_o \times f_i}{A_o}$$

donde:

$c_i$  es la concentración de analito en mg/ml de disolución.

$c_o$  es la concentración de patrón interno en mg/ml de disolución.

$A_i$  es el área correspondiente al pico de analito en la muestra.

$A_o$  es el área correspondiente al pico de patrón interno en la muestra.

$f_i$  es el factor de respuesta relativo.

**8.2.2. Calibración multinivel.** Leer la concentración en miligramos por mililitro correspondiente a cada sección del tubo de muestreo en la curva de calibración (véase 7.2.2. y [anexo B](#)).



### 8.3. Determinación de la cantidad de analito presente en la muestra

Una vez determinada la concentración de analito en la disolución de desorción, se calcula la cantidad en mg de compuesto en el tubo de muestreo mediante la siguiente expresión:

$$m_s = \frac{c_f + c_p - c_b}{ED} \times V_d$$

donde:

$m_s$  es la cantidad total de analito presente en la muestra en mg.

$c_f$  es la concentración de analito en mg/ml en la sección frontal del tubo de muestreo.

$c_p$  es la concentración de analito en mg/ml en la sección posterior del tubo de muestreo.

$C_b$  es la concentración de analito en mg/ml en las dos secciones del blanco.

ED es la eficacia de desorción.

Vd es el volumen de disolución desorbente en ml.

#### 8.4. Determinación de la concentración de analito en aire

Se calcula la concentración de analito en aire muestreado, en miligramos por metro cúbico, por medio de la siguiente ecuación:

$$C_{\text{aire}} = \frac{m_s}{V}$$

donde:

$C_{\text{aire}}$  es la concentración de analito en el aire muestreado en mg/m<sup>3</sup>.

$m_s$  es la cantidad total de analito presente en la muestra en mg.

V es el volumen de aire muestreado en m<sup>3</sup>.

La concentración de analito en aire, expresada en mililitros por metro cúbico (ppm), se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$C_{\text{ppm}} = C_{\text{aire}} \times \frac{24,4}{M} \times \frac{101,3}{P} \times \frac{t + 273,15}{293,15}$$

donde:

P es la presión del aire muestreado en kPa (10<sup>3</sup> N/m<sup>2</sup>).

t es la temperatura del aire muestreado en °C.

M es el peso molecular del analito en g/mol.

## 9. PRECISIÓN

El coeficiente de variación del método, calculado a partir de los datos intralaboratorio de muestras captadas en atmósferas de fenol de concentraciones conocidas captadas en un sistema según el esquema indicado en el [anexo C](#), es inferior a 5% en todo el intervalo de aplicación del método (véase [tabla 3 del anexo A](#)).

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. [Real Decreto 363/1995](#), <sup>(1)</sup> de 10 de Marzo (B.O.E. 5.6.95) "[Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas](#)". Modificado el anexo 1 por la Orden de 13.9.95 (B.O.E. 19.9.95).
2. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. "[Protocolo de validación para vapores orgánicos captados en un adsorbente sólido mediante un sistema activo](#)" MTA/PV-1190.
3. Chapman, L. M. "[Validation of gas and vapour sampling methods under field insult conditions](#)" Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 41, 630 (1980).
4. Yrjamheikki, E. "[A new method for personnel sampling and analyzing of phenol](#)" Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 39, 326 (1978).
5. Ayo, F., Uribe, B. "[Nuevo método de toma de muestra y análisis de fenol en aire](#)". INSHT (Vizcaya). Mayo 1983.

## ANEXO A

En este anexo se recogen los datos obtenidos en las experiencias llevadas a cabo para el desarrollo del método, siguiendo los criterios indicados en el protocolo de validación para vapores orgánicos captados en un adsorbente sólido mediante un sistema activo ([10.2](#)).

Sin embargo, debido a la naturaleza del fenol que se presenta en estado sólido a temperatura y presión ambientales, no es factible la utilización del sistema de generación de atmósferas contaminadas descrito en el apartado 10.2., que ha sido remplazado por un sistema alternativo cuyo esquema se muestra en la figura del [anexo C](#).

**TABLA 1**  
**Cálculo del Volumen de Ruptura  $V_R$**

COMPUESTO	GS mg	$H_R$ %	Fenol mg	C mg/m <sup>3</sup>	$Q_{TM}$ l/min	$V_R$ l
FENOL	150	10	>2,40	62,10	0,5	>40
		45	>2,00			>34
		58	1,60			26
		70	0,60			10
		90	0,12			2
	90	>0,57	37,93	0,2	>15	
	520	90	>0,60	60,26	0,5	>10

GS es la cantidad de gel de sílice en la primera sección del tubo de muestreo.

$H_R$  es la humedad relativa de la atmósfera.

Fenol es la cantidad de fenol introducida.

C es la concentración resultante en la atmósfera.

$Q_{TM}$  es el caudal de toma de muestra

$V_R$  es el volumen de ruptura. Véase definición en el [capítulo 2](#).

**TABLA 2**  
**Eficacia de desorción (ED)**

COMPUESTO	C mg	$C_R$ mg	CV %	ED
FENOL	0,0170 <sup>(a)</sup>	0,0170	3,41	1,00
	0,0790	0,0759	4,17	0,96
	0,2420	0,2420	1,05	1,00
	0,3960	0,4000	2,26	1,01



C es la cantidad de compuesto añadida a 150 mg de gel de sílice.

$C_R$  es la cantidad de compuesto recuperada.

El nº de muestras en cada experiencia ha sido de seis, excepto en el caso **(a)** que ha sido de tres.

ED es la eficacia de desorción.

CV es el coeficiente de variación.

**TABLA 3**  
**Muestreo/Análisis - Datos Intralaboratorios**

$H_R$ %	$C_A$ mg/m <sup>3</sup>	$C_R$ mg/m <sup>3</sup>	CV %	SESGO %
50	1,81 (a)	1,74	3,43	-3,86
	10,70	10,27	3,10	-4,02
	21,40	21,05	4,81	-1,63
	43,00	42,01	2,59	-2,30

$H_R$  es la humedad relativa de la atmósfera.

$C_A$  es la concentración de compuesto generada en la atmósfera.

$C_R$  es la concentración media recuperada de cada compuesto.

El nº de muestras para cada experiencia ha sido de 12 excepto en el caso **(a)** que ha sido de 6.

Sesgo=  $[(C_R - C_A) / C_A] \times 100$ .

CV es el coeficiente de variación.

**TABLA 4**  
**Estudio de estabilidad de las muestras**

FECHA ANÁLISIS	TEMPERATURA	CR mg/m <sup>3</sup>	CV %	DIF %
Inmediato	Ambiente	33,17	4,63	-
7 días	Refrigerado	34,74	3,35	+4,73
14 días	Refrigerado	34,13	0,87	+2,89

$C_R$  es la concentración media recuperada en la 1ª parte del tubo.

El número de muestras por experiencia ha sido de tres.

DIF es la diferencia porcentual con respecto al análisis inmediato.

CV es el coeficiente de variación.

**NOTA** - La concentración de fenol generada en la atmósfera fue de  $34,20 \text{ mg/m}^3$ .

## ANEXO B: DESARROLLO DE UNA CURVA DE CALIBRADO

En este anexo se describe el procedimiento a seguir para el desarrollo de una curva de calibrado y control de la estabilidad de la misma a lo largo del tiempo.

Para el desarrollo de la misma, se preparan cinco disoluciones de calibración de los analitos de interés que cubran el intervalo de concentraciones de aplicación del método.

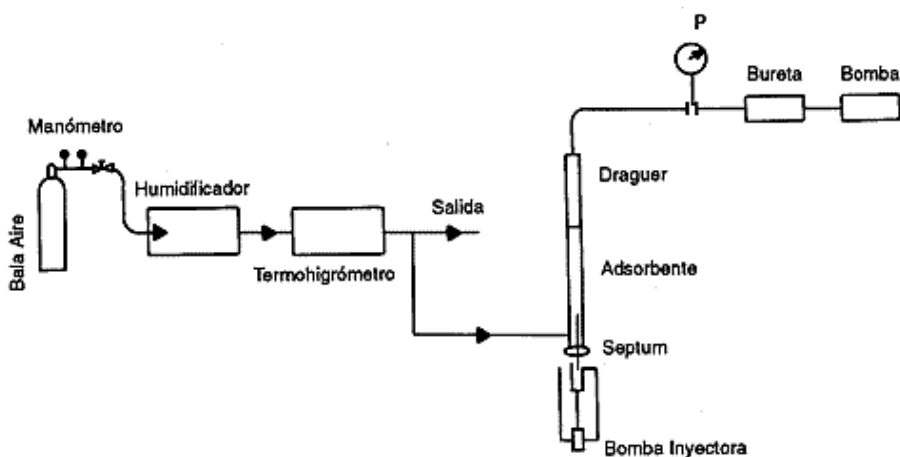
Los patrones deben analizarse en las mismas condiciones que las muestras. Se recomienda un mínimo de seis inyecciones.

Hay que calcular para cada concentración y analito el promedio de las respuestas obtenidas y la desviación típica correspondiente. Las curvas de calibración se construyen representando los intervalos de los valores promedios  $\pm 2$  desviaciones típicas, frente a las concentraciones en  $\text{mg/ml}$  de cada analito.

Se debe comprobar diariamente la curva de calibrado mediante el análisis de uno de los patrones de calibración. El valor obtenido para cada analito debe encontrarse dentro del intervalo asociado a ese patrón.

## ANEXO C

En este anexo se muestra el esquema del sistema de generación de atmósferas contaminadas, utilizado durante el proceso de desarrollo del método cuyos resultados se recogen en el [anexo A](#).



Para cualquier observación o sugerencia en relación con este Método puede dirigirse al  
**Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo**  
**Centro Nacional de Verificación de Maquinaria**  
Camino de la Dinamita, s/n Monte Basatxu-Cruces - 48903 BARACALDO (VIZCAYA)  
Tfn. 944 990 211 - 944 990 543 Fax 944 990 678  
Correo electrónico.- [cnvminsht@mtas.es](mailto:cnvminsht@mtas.es)



---

## ADENDA

### Revisión normativa

<sup>(1)</sup> [Real Decreto 363/1995](#) sufre periódicamente modificaciones por lo que es conveniente consultar los listados que en esta Web se trata de mantener actualizados

