

24/135



Universidad Nacional Autónoma
de México

Facultad de Química

NUEVO METODO DE DETERMINACION DE PENTANO COMO
CONTAMINANTE, UTILIZANDO MONITORES DE
CARBON ACTIVADO

T E S I S

Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO

presenta

SALVADOR GOMEZ ROSALES



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1988



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

- I. ANTECEDENTES
- II. FUNDAMENTO DEL METODO
- III. MUESTREO EN AMBIENTES DE TRABAJO
- IV. CUANTIFICACION Y RESULTADOS
- V. CONCLUSIONES
- VI. BIBLIOGRAFIA

P R E F A C I O

El propósito de este estudio es presentar una introducción sencilla y práctica al muestreo de contaminantes gaseosos en ambientes laborales utilizando monitores para vapores orgánicos.

Se procuró que la información sobre las bases teóricas del método para los monitores de vapores orgánicos fuera lo más práctica posible, para que se pudiera utilizar como guía en la determinación de cualquier sustancia contaminante. La parte principal de este trabajo está encaminada a la descripción del método en que se basa la captación de contaminantes por adsorción y la elución de los mismos para su posterior análisis por medio de cromatografía de gases.

Los datos obtenidos durante las pruebas realizadas en la empresa NOVAPACK, S.A. sirvieron para probar el método propuesto.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

INTRODUCCION

Las actividades del hombre alteran cada vez más la estabilidad del medio ambiente, comprometiendo con esto su salud y bienestar; así como la existencia de los recursos naturales en forma directa o indirecta. Infinidad de sustancias nuevas se elaboran en consonancia con una tecnología en continuo avance, que utiliza recursos naturales no renovables en forma incontrolable y masiva.

En época reciente los subproductos de las actividades humanas eran en su mayor parte materias orgánicas o sustancias minerales susceptibles de incorporarse a los grandes ciclos bioquímicos. Sin embargo, ahora se observan modificaciones cuyas consecuencias a corto y largo plazo son difíciles de predecir, debido a que una gran cantidad de productos sintéticos son resistentes a participar en dichos ciclos.

En la actualidad en una gran variedad de industrias se utilizan infinidad de disolventes sin los controles adecuados para evitar exposiciones peligrosas a sus empleados.

Frecuentemente el higienista industrial, en sus actividades de prevención de accidentes, encuentra casos de empleados expuestos a vapores

res orgánicos tóxicos o perjudiciales para su salud por la exposición continua.

Para evaluar la exposición de los trabajadores a gases y vapores peligrosos en el ambiente laboral, el muestreo difusional es un método sencillo y conveniente para la captura de los contaminantes presentes.

El monitor para vapores orgánicos es un producto que por el proceso de adsorción colecta vapores orgánicos en una pastilla de carbón activado. Los vapores fluyen por difusión de las altas concentraciones presentes en el ambiente de trabajo hacia las bajas concentraciones en la pastilla de carbón activado en el monitor.

La pastilla de carbón colecta y retiene el vapor hasta que es desadsorbido para su análisis en un cromatógrafo de gases. Este proceso elimina la necesidad de utilizar las bombas tradicionales de muestreo que aspiran mecánicamente un volumen conocido de aire, pasándolo a través de un tubo de carbón activado para la adsorción de las moléculas contaminantes presentes en el ambiente laboral.

En el proceso de manufactura de las espumas plásticas de poliestireno se utiliza como materia prima la perla expandible de poliestireno, que tiene pentano, como agente volátil expandente el cual al someterse a calor por medio de vapor se libera y hace ensancharse la perla de poliestireno.

Los vapores de pentano que se emiten por este proceso de manufactura fueron captados en la empresa denominada NOVAPACK, S.A. ubicada en - Av. Ferrocarril de Cuernavaca No. 645, 01780 México, D.F., utilizando para tal fin monitores de carbón activado para vapores orgánicos No. 3500 marca 3M.

EMISIONES DE PENTANO

Las emisiones de pentano provienen principalmente de la etapa de - - preexpansión de la perla de poliestireno, que es cuando libera la ma yor cantidad del agente volátil.

En menor cantidad se emite durante las etapas de moldeo y cubicación debido principalmente a que la perla preexpandida ha liberado gran - parte de su contenido volátil en la etapa de preexpansión y es una - mínima cantidad la que se emite en la etapa de reposo o añejamiento.

GENERALIDADES

PROCESO DE ELABORACION DE ESPUMAS DE POLIESTIRENO

La manufactura de los artículos de poliestireno, se lleva a cabo a - partir de perlas expandibles de poliestireno como materia prima, de un diámetro de la perla que oscila entre 0.0304 cm a 0.228 cm.

Las perlas expandibles son producidas por la reacción de polimerización del estireno en solución acuosa, para lo cual se agrega un gas volátil como el pentano, contenido en la perla en una proporción - - aproximada entre 6.75% a 7.5% de dicho gas cuando se calienta la per

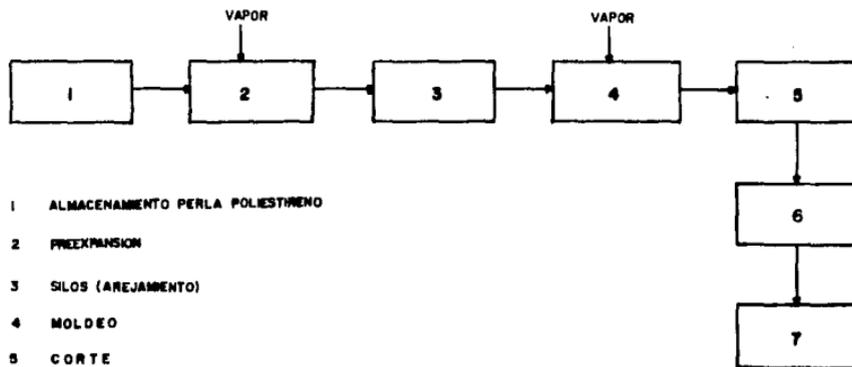
la el agente volátil se expande simultáneamente con ella debido a que el calor inducido cambia la superficie de la perla y aumenta la presión de escape del gas.

DESCRIPCION DEL PROCESO

La fábrica cuenta con cuatro moldeadoras, dos preexpansores, cuatro cortadoras, una cubicadora o bloquera un molino y ocho silos de añejamiento, para la realización de sus actividades.

La perla se recibe en tambores de lámina, se almacena en silos y se transfiere manualmente a los preexpansores de acuerdo a las necesidades de operación, en donde mediante la aplicación de vapor de agua, la perla expandible libera el pentano y aumenta de tamaño. El material preexpandido cae por gravedad a un secador de lecho fluidizado en donde es secado y estabilizado. Ver diagrama 1.1.

La siguiente etapa consiste en almacenar la perla preexpandida en silos para su añejamiento, con el fin de completar la estabilización de la misma. Posteriormente, la perla preexpandida y añejada se transporta neumáticamente a las moldeadoras, en donde nuevamente mediante la aplicación de calor con vapor de agua la perla termina por expandirse, logrando así los productos moldeados. El producto recién moldeado requiere de reposo con el fin de que se seque y estabilice.



- 1 ALMACENAMIENTO PERLA POLIESTIRENO
- 2 PREEXPANSION
- 3 SILOS (AREJAMIENTO)
- 4 MOLDEO
- 5 CORTE
- 6 CONTROL DE CALIDAD
- 7 ALMACEN PRODUCTO TERMINADO

NOVAPACK, S. A.	
DIAGRAMA DE BLOQUES 1.1	
OBTENCION DE PRODUCTOS DE ESPUMA DE POLIESTIRENO	
FACULTAD DE QUIMICA	SALVADOR GOMEZ ROSALES

CARACTERISTICAS DEL PENTANO

Fórmula: $C_5 H_{12}$, $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

Sinónimo: Pentano normal

Apariencia y olor: Líquido incoloro, con olor ligero a gasolina

a) PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Peso Molecular	72.15
Punto de Ebullición (760 mm Hg)	36 °C
Gravedad Específica (agua = 1)	0.631
Densidad del Vapor (aire = 1, al punto de ebullición del pentano)	2.5
Punto de Fusión	-129 °C
Presión de Vapor (20 °C)	426 mmHg
Solubilidad en agua (gr/100 gr agua, a 20 °C)	0.04
Rango de Evaporación (acetato de butilo = 1)	28.6

b) FLAMABILIDAD

Punto de Flama (taza cerrada)	-49 °C
Temperatura de Autoignición	260 °C
Límites de Flamabilidad en aire, (% en volumen)	bajo 1.5 alto 7.8

c) REACTIVIDAD

El pentano es inestable cuando se expone al calor. En contacto con agentes oxidantes fuertes puede causar fuego y explosiones. Cuando se quema pueden liberarse gases tóxicos (tal como el monóxido de -

carbono). El pentano además ataca algunas formas de plásticos, hu-
les y recubrimientos.

d) TOXICOLOGIA Y DANOS A LA SALUD

Rutas de Exposición: el pentano puede afectar al cuerpo humano por
inhalación, por contacto con la piel o los ojos, o por ingestión.

CONTACTO CUTANEO

El pentano ataca la primera capa de lípidos y grasas que actúa como -
una barrera efectiva que los agentes externos no pueden penetrar. Si
el pentano reacciona con la superficie cutánea causa irritación prima
ria (dermatitis) y cuando alcanza a penetrar la piel se conjuga con -
la proteína tisular produciendo sensibilización.

En caso de que el pentano alcanzara a penetrar la piel a través de --
los folículos pilosos y las glándulas sebáceas, entra al torrente - -
sanguíneo y actúa como un veneno sistémico. Sin embargo, normalmente
la piel es una barrera efectiva de protección para los tejidos corpo
rales que cubre y relativamente pocas sustancias se absorben a - -
través de esta barrera en cantidades peligrosas. No obstante pueden -
presentarse irritaciones graves con el pentano al penetrar la piel --
a través de laceraciones o heridas abiertas. Asimismo, puede causar -
leve irritación a los ojos.

INHALACION

El tracto respiratorio es el medio más importante por el cual las - -
sustancias nocivas penetran el cuerpo, las intoxicaciones resultan -
de la inhalación de las sustancias transportadas por el aire. Las --
sustancias alojadas en los pulmones o en otra parte del tracto respi

ratorio pueden afectar este sistema o pasar de los pulmones a otros sistemas u órganos por medio de la sangre, la linfa o las células fagocíticas. La gran superficie pulmonar, y alveolar, aunada a la superficie capilar con su flujo continuo de sangre, presentan a las substancias tóxicas una gran facilidad de acción y difusión, que da por resultado una velocidad de adsorción extremadamente rápida.

El pentano afecta el tracto respiratorio irritando la nariz y la faringe produciendo catarro, bronquitis y neumotitis química por irritación del pulmón.

Los vapores de pentano también actúan como asfixiantes por la sustitución del oxígeno en el tracto respiratorio. Se debe tener muy en cuenta esto, ya que el cerebro no puede permanecer sin oxígeno por más de tres minutos sin afectarlo seriamente, por lo que se debe evitar una exposición prolongada. Los vapores de pentano son narcóticos, producen modorra, inconciencia y muerte.

INGESTION

El envenenamiento por esta vía en la industria es mucho menos común que por inhalación, por la razón de que el grado y frecuencia de contacto con materiales tóxicos en las manos y comida es menor.

El pentano no es conocido como tóxico del hígado y el riñón, pero debido a la importancia de estos órganos en la biotransformación, degradación y desintoxicación de substancias extrañas, debe evitarse en lo posible exposiciones prolongadas.

e) LIMITE DE EXPOSICION PERMISIBLE

El valor actual de OSHA ¹ para el pentano es de: 1000 ppm (partes de pentano por un millón de partes de aire), promedio en un turno de 8 horas de labores. Puede expresarse como 2950 mg/m³ (miligramos de pentano por metro cúbico de aire). El NIOSH ⁽²⁾ ha recomendado que la exposición límite permisible sea reducida a 120 ppm (350 mg/m³) promedio para un turno de trabajo de 10 horas o más por día; 40 horas por semana con un nivel máximo de 610 ppm (1800 mg/m³) promedio para un período de 15 minutos.

USOS DEL PENTANO

El pentano se usa como gasolina, aditivo para automóviles, aviones y equipo de farmacia. En síntesis de cloruros de amilo, para intermediarios en la manufactura de pinturas y lacas solventes, fluidos hidráulicos, pesticidas, removedores de pinturas, extendedores de solventes y petroquímicos diversos. En síntesis de policlorociclo--pentanos, como intermediario en la manufactura de resina poliéster resistentes al fuego. Como materia prima en síntesis de olefinas -- para hules sintéticos y otros petroquímicos. En procesos de extracción por solvente; como disolvente en general en el laboratorio para reacciones de polimerización.

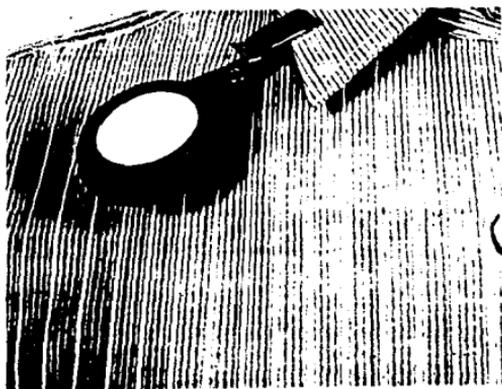
1) OSHA.- *Oficina de Salud y Seguridad Ocupacional del Departamento del Trabajo de los E.U.*

2) NIOSH.- *Instituto Nacional de Higiene y Seguridad Ocupacional de los E.U.*

Como componente en flúidos ligeros y como combustible para sopletes. Se utiliza como medio de intercambiador de calor en la fabricación de hielo artificial, en la manufactura de termómetros de baja temperatura, de la perla expandible de poliestireno y para la producción de espumas moldeadas de poliestireno.

DESCRIPCION DEL MONITOR

El monitor de vapores orgánicos es un producto de una sola pieza, -- sencillo y ligero que no interfiere con el procedimiento diario de labores. Esta diseñado para que el trabajador pueda utilizarlo sin molestias, provisto de un sujetador para prenderlo en el lugar más cercano a la zona de respiración del individuo.



La pastilla de carbón activado tiene las siguientes dimensiones: -- 3 cm de diámetro exterior, 0.03 cm de diámetro interior y 0.0035 cm de espesor. La pastilla, parte principal del monitor, está contenida en un estuche de plástico. La pastilla está separada por una membrana blanca que es la película de difusión, por la cual penetra el contaminante manteniendo constante el régimen de la velocidad de difusión, sujetándola por medio de un anillo de plástico.

Por otra parte se suministra dentro del empaque del monitor una tapa de plástico, con dos orificios y sus respectivos tapones, los cuales sirven para tapar el monitor y mantenerlo aislado del medio ambiente una vez concluido el muestreo.

PRINCIPIOS DE OPERACION DEL MONITOR

El monitor de vapores orgánicos debe colocarse cerca de la zona de respiración del personal expuesto a los vapores orgánicos potencialmente nocivos del medio ambiente. Está diseñado para medir la concentración media ponderada con el tiempo en un intervalo de 8 horas o menos.

Los monitores de difusión controlada hacen ventajoso el muestreo de contaminantes en el aire.

La fuerza impulsora para el muestreo es el gradiente de concentración entre la cara del monitor y su capacidad de adsorción.

La desorción de la muestra capturada se efectúa dentro del monitor -

cerrado, utilizando disulfuro de carbono. De esta manera se eliminan errores substanciales durante la elución del contaminante adsorbido y retenido en la pastilla de carbón activado.

Al finalizar la desorción se toma una alícuota de la muestra para la determinación del peso contenido en la muestra colectada. Se utilizan técnicas cromatográficas similares a las descritas en el Método Analítico 127 Físico y Químico de NIOSH para los Tubos de Carbón Activado.

METODO OFICIAL DE MUESTREO

El método de los tubos de carbón activado para el muestreo de vapores orgánicos es la norma no oficial adoptada por OSHA, y es el único método disponible hasta el momento, que se describe en el método 127 de NIOSH.

Los monitores para vapores orgánicos exceden los requerimientos de exactitud y precisión de OSHA de $\pm 25\%$ al valor límite umbral y de un 95% de los límites confidenciales, cuando se usa de acuerdo a las instrucciones.

Puesto que los monitores para vapores orgánicos proporcionan los requerimientos de exactitud y precisión, es un método alternativo similar al de los tubos de carbón activado.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS DEL METODO

INTRODUCCION

El muestreo del medio ambiente es controlado por difusión binaria, de tal manera que la velocidad de colección de la muestra es una función de la concentración ambiental. La cantidad de contaminante adsorbido depende del tiempo de exposición y la concentración del contaminante presente en el ambiente.

TEORIA DEL MUESTREO DIFUSIONAL

La concentración media ponderada con el tiempo (CMPT) de un contaminante en la atmósfera ambiente puede determinarse por medición del peso promedio del contaminante en un volumen conocido de aire, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C = \frac{W (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{V} \quad (1)$$

donde:

C = Concentración media ponderada con el tiempo, (mg/m³)

W = Peso del contaminante, (mg)

V = Volumen de aire muestreado, (cm³)

Con el monitor de vapores orgánicos, los contaminantes en el ambiente adsorbidos por la pastilla de carbón activado a una velocidad de muestreo conocida. El volumen de aire muestreado es un producto de la velocidad de muestreo y la duración del periodo de muestreo.

$$V = K \cdot t \quad (2)$$

donde:

K = Velocidad de muestreo del contaminante, (cm³/min)

t = Duración del período de muestreo, (min)

La velocidad de muestreo esta en función del coeficiente de difusión molecular para el contaminante y las dimensiones de la pastilla, determinada por las dimensiones del monitor. La velocidad de muestreo se define como:

$$K = D (A/L) \quad (3)$$

donde:

K = Velocidad de muestreo, (cm³/min)

D = Coeficiente de difusión molecular, (cm²/min)

A = Area de la trayectoria difusional, (cm²)

L = Longitud de la trayectoria difusional, (cm)

Aunque el coeficiente de difusión molecular está en función de la temperatura y presión, puede referirse a un valor a la temperatura y presión de 298°K y 760 mmHg respectivamente. Entonces, de la teoría difusional, el coeficiente de difusión a la temperatura y presión de muestreo puede calcularse de la siguiente manera:

$$D_s = D_o \frac{(T_s/T_o)^{3/2}}{(P_s/P_o)} \quad (4)$$

donde el subíndice "o" denota condiciones de referencia y el subíndice

ce "s", denota condiciones de muestreo, y entonces:

T_0 = Temperatura de referencia, (298 °K)

P_0 = Presión de referencia, (760 mmHg)

D_0 = Coeficiente de difusión a T_0 y P_0 , (cm^2/min)

T_s = Temperatura de muestreo, (°K)

P_s = Presión de muestreo, (mm Hg)

D_s = Coeficiente de difusión a T_s y P_s , (cm^2/min)

En la guía de muestreo para los monitores de vapores orgánicos en lugar de los coeficientes de difusión molecular están tabuladas las velocidades de muestreo a la temperatura y presión de referencia, de la siguiente manera:

$$K_0 = D_0 (A/L) \quad (5)$$

donde:

K_0 = Velocidad de muestreo a T_0 y P_0 , (cm^3/min)

La ecuación (3) puede combinarse con las ecuaciones (4) y (5) para definir la velocidad de muestreo a la temperatura y presión de muestreo, como una función de la velocidad de muestreo tabulada en la guía de muestreo y definida a la temperatura y presión de referencia:

$$K_s = K_0 \frac{(T_s/T_0)^{3/2}}{(P_s/P_0)} \quad (6)$$

donde:

K_s = Velocidad de muestreo a T_s y P_s , (cm^3/min)

la ecuación (2) puede combinarse con la ecuación (6) para definir el volumen muestreado a la temperatura y presión de muestreo, como una función de la duración del período de muestreo y la velocidad de muestreo tabulada:

$$V_s = K_o t \frac{(T_s/T_o)^{3/2}}{(P_s/P_o)} \quad (7)$$

La ecuación (1) puede ser combinada con la ecuación (7), para definir la concentración en (mg/m^3), a la temperatura y presión de muestreo de acuerdo a lo siguiente:

$$C_s = \frac{W (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{K_o t} (T_o/T_s)^{3/2} (P_s/P_o) \quad (8)$$

El peso del contaminante colectado por el monitor de vapores orgánicos se determina por la desorción del contaminante con un disolvente apropiado y por cromatografía de gases se determina el peso del contaminante en el disolvente. El peso del contaminante colectado por el monitor puede ser determinado exactamente conociendo la eficiencia de desorción del proceso, la cual puede encontrarse en la guía de muestreo (3.2). Si no se dispone del coeficiente de recuperación, se puede determinar de acuerdo al procedimiento indicado en el capítulo III.

Con el coeficiente de recuperación conocido, el peso del contaminante colectado puede expresarse como:

$$W = \frac{W_a}{r} \quad (9)$$

donde:

W_a = Peso del contaminante en el disolvente, (mg)

r = Coeficiente de recuperación para el contaminante específico, adimensional.

Por lo tanto, la ecuación (9) puede substituirse en la ecuación (8) y la concentración en (mg/m^3) , puede ser determinada de los parámetros de muestreo conocidos y el peso del contaminante determinado -- por cromatografía gaseosa:

$$C_s = \frac{W_a (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{r K_o t} (T_o/T_s)^{3/2} (P_s/P_o) \quad (10)$$

Si se desea expresar la concentración a la temperatura y presión de referencia 298 °K y 760 mmHg, entonces el volumen muestreado deberá corregirse a esas condiciones utilizando la ley general de los gases:

$$V_o = V_s (P_s/P_o) (T_o/T_s) \quad (11)$$

donde:

V_o = Volumen del aire ambiente muestreado a

T_o y P_o , cm^3

Combinando las ecuaciones (7) y (11) y substituyendo junto con la -- ecuación (9) en la ecuación (1), la concentración en (mg/m^3) puede -- determinarse a la temperatura y presión de referencia de acuerdo a -- la siguiente relación:

$$C_o = \frac{W_a (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{r K_o t} (T_o/T_s)^{1/2} \quad (12)$$

A menudo la concentración es expresada en partes por millón (ppm), y se define como el volumen molar parcial del contaminante por volumen de aire ambiente.

$$C' = \frac{v' 10^6}{V} \quad (13)$$

donde:

C' = Concentración media ponderada con el tiempo, (ppm)

v' = Volumen parcial molar del contaminante, (cm^3)

V = Volumen de aire ambiente muestreado, (cm^3)

El volumen parcial molar puede calcularse con la ley del gas ideal, usando el peso del contaminante colectado por el monitor. Este volumen puede determinarse a la temperatura y presión de muestreo de acuerdo a relación:

$$v'_S = \frac{W R (10^{-3} \text{ g/mg})}{PM} (T_S/P_S) \quad (14)$$

donde:

v'_S = Volumen parcial molar del contaminante a T_S y P_S en (cm^3)

W = Peso del contaminante colectado, (mg)

R = Constante gaseosa, ($62, 358 \text{ cm}^3 \text{ mmHg/}^\circ\text{K mole}$)

PM = Peso molecular del contaminante, (g / mole)

Combinando las ecuaciones (14 y (9), y entonces substituyendo junto con la ecuación (7) en la ecuación (13), la concentración en (ppm) a la temperatura y presión de muestreo puede determinarse de acuerdo a:

$$C'_s = \frac{10^6 W_a R (10^{-3} \text{ g/mg})}{r K_o t \text{ PM}} (T_o/T_s)^{3/2} (T_s/P_o) \quad (15)$$

Para determinar la concentración en (ppm) a la temperatura y presión de referencia (298 °K y 760 mmHg respectivamente), el volumen parcial molar del contaminante puede expresarse como sigue:

$$v'_o = \frac{W R (10^{-3} \text{ g/mg})}{\text{PM}} (T_o/P_o) \quad (16)$$

Entonces substituyendo la ecuación (7) en la ecuación (11), el volumen de aire ambiente muestreado a la temperatura y presión de referencia puede expresarse como sigue:

$$V_o = K_o t (T_s/T_o)^{1/2} \quad (17)$$

Combinando la ecuación (9) con la ecuación (16) y substituyendo junto con la ecuación (17), la concentración en ppm a la temperatura y presión de referencia puede determinarse por lo siguiente:

$$C'_o = \frac{10^6 W_a R (10^{-3} \text{ g/mg})}{r K_o t \text{ PM}} (T_o/P_o) (T_o/T_s)^{1/2} \quad (18)$$

Resumiendo, con las siguientes ecuaciones la concentración de un contaminante en el medio ambiente puede ser calculada con la información conocida y los datos de muestreo obtenidos:

1.- Concentración (mg/m^3), a la temperatura y presión de muestreo.

$$C_s = \frac{W_a (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{r K_o t} (T_o/T_s)^{3/2} (P_s/P_o) \quad (10)$$

2.- Concentración (mg/m³), a la temperatura de 298 °K y presión de -
760 mmHg de referencia.

$$C_o = \frac{W_a (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{r K_o t} (T_o/T_s)^{1/2} \quad (12)$$

3.- Concentración (ppm), a temperatura y presión de muestreo

$$C'_s = \frac{10^6 W_a R (10^{-3} \text{ g/mg})}{r K_o t \text{ PM}} (T_o/T_s)^{3/2} (T_s/P_o) \quad (15)$$

4.- Concentración (ppm), a temperatura de 298 °K y presión de 760 --
mmHg de referencia.

$$C'_o = \frac{10^6 W_a R (10^{-3} \text{ g/mg})}{r K_o t \text{ PM}} (T_o/P_o) (T_o/T_s)^{1/2} \quad (18)$$

donde:

C_s = Conc. media ponderada con el tiempo, (mg/m³) a T_s y P_s

C_o = Conc. media ponderada con el tiempo, (mg/m³) a T_o y P_o

C'_s = Conc. media ponderada con el tiempo, (ppm) a T_s y P_s

C'_o = Conc. media ponderada con el tiempo, (ppm) a T_o y P_o

T_s = Temperatura de muestreo del aire ambiente, (°K)

T_o = Temperatura de referencia, (298 °K)

P_s = Presión de muestreo, (mmHg)

P_o = Presión de referencia, (760 mmHg)

K_o = Velocidad de muestreo, (cm³/min) a T_o y P_o

R = Constante gaseosa, (62,358 cm³ mmHg / °K mole)

PM = Peso molecular del contaminante, (g / mole)

t = Duración del período de muestreo, (min)

r = Coeficiente de recuperación del contaminante, (adim.)

CONDICIONES DE OPERACION DEL MONITOR

VELOCIDAD DE MUESTREO.- En los monitores, la velocidad de muestreo se determina experimentalmente utilizando concentraciones conocidas de cada contaminante; poniendo en exposición los monitores y analizándolos para cada contaminante individual. Las velocidades de muestreo publicadas se localizan en la tabla de muestreo No. 3.2, y se basan generalmente en tres determinaciones en el rango de exposición de 8 horas o en el límite máximo de exposición a un TLV. Todas las velocidades de muestreo tienen una exactitud de $\pm 5\%$.

EFFECTO DE TEMPERATURA Y PRESION.- La temperatura y presión afectan la velocidad de difusión de contaminantes gaseosos en el aire. Esto puede, en principio, conducir a errores substanciales de monitoreo cuando se utilizan monitores de difusión controlada. Sin embargo, -- los efectos netos de temperatura y presión son compensados por cambios correspondientes en la concentración del contaminante. En el caso de la presión atmosférica, el cambio en la velocidad de difusión y la concentración son compensados exactamente uno con el otro y no requiere corrección.

EFFECTOS AMBIENTALES.- La capacidad fundamental del monitor es afectada algunas veces por la humedad relativa. Debido principalmente a -- que el vapor de agua es fuertemente adsorbido por la pastilla de carbón activado y la habilidad de la pastilla de carbón para adsorber algunos compuestos puede verse disminuída. Este efecto varía con la

naturaleza de los compuestos orgánicos en particular.

EFFECTO DE VELOCIDAD DEL AIRE.- Los monitores ambientales de difusión controlada requieren un movimiento leve del aire a través o incidiendo sobre la cara del monitor. Asumiendo que la concentración del contaminante en la cara del monitor es representativo del medio ambiente presente.

Los requerimientos de velocidad del aire, no se ve afectada por la - velocidad del viento mayor de 3.05 mts/min, son mínimos cuando el monitor para vapores orgánicos, es usado para muestreos personales. - Sin embargo, cuando se utiliza como una muestra de área; la distribución de los monitores deberá considerarse de manera que se tratará - de evitar las áreas de aire estancado. Esta situación puede existir potencialmente contra paredes, en esquinas, áreas confinadas, etc.

CAPACIDAD DE EXPOSICION.- La capacidad del monitor para un compuesto individual, esta referida a la cantidad total de un compuesto que el monitor es capaz de recolectar hasta saturarse, basado en la estructura molecular, velocidad de muestreo, temperatura y condiciones ambientales, etc.

La capacidad de exposición máxima es, generalmente, del orden de - - 15 mg para materiales fuertemente adsorbidos.

ANALISIS DE MEZCLAS.- En situaciones reales de muestreo, son típicas

las combinaciones de contaminantes de vapores orgánicos y es necesario que cualquier sistema de muestreo sea capaz de analizar mezclas complejas. El monitor puede manejar óptimamente mezclas de compuestos, siempre y cuando el límite máximo de exposición individual de cada uno de los compuestos en la mezcla no sea excedido.

ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS.- El monitor expuesto, con la muestra capturada, puede almacenarse a temperatura ambiente y analizarse en un lapso de hasta 14 días. Aunque se recomienda almacenar la muestra en refrigeración para mayor seguridad hasta que pueda llevarse a cabo el análisis.

CAPITULO III

MUESTREO EN AMBIENTES DE TRABAJO

INTRODUCCION

El objetivo del muestreo es obtener datos fidedignos para evaluar la cantidad de pentano emitida a la atmósfera de trabajo y, eventualmente, controlar los problemas de contaminación durante la jornada de labores; en la cual los empleados se encuentran potencialmente expuestos, durante la obtención de la espuma de poliestireno.

Para la captura del pentano se utilizaron monitores para vapores -- orgánicos, que es un método exacto y sencillo de emplear.

INSPECCION DE LA PLANTA

Indudablemente que la supervisión de las instalaciones de la planta es la manera más adecuada para conocer las condiciones de operación en la empresa. Asimismo, nos permite establecer los caminos más -- apropiados para seleccionar los puntos con mayor emisión y ubicar -- adecuadamente los monitores.

EXPOSICION PERMITIDA

VALOR LIMITE UMBRAL (VLU).- Estos valores límite permisibles se refieren a las concentraciones de sustancias en el aire, para las -- cuales, se cree que la mayoría de los trabajadores sometidos a expo siciones repetidas, no sufrirán ningún efecto adverso. Sin embargo, por la gran variación en la susceptibilidad personal, un pequeño --

porcentaje de los trabajadores experimentan molestias por alguna -
substancia a concentraciones menores que los valores límite y un por-
centaje todavía menor resulta afectado seriamente, agravándoseles al
guna situación preexistente o por el desarrollo de alguna enfermedad
de trabajo.

Los valores límite umbral se refieren a concentraciones medidas du-
rante 8 horas diarias y 40 horas semanales. Se deberán utilizar úni-
camente como guías en el control y prevención de la salud, pero no -
para delimitar concentraciones peligrosas de las que no lo son.

Los valores límite umbral (VLU), publicados por la OSHA se proporcio-
nan como la concentración media ponderada con el tiempo (OMPT).

La concentración media ponderada con el tiempo permite exposiciones
que sobrepasan los límites probados, pero se compensan con exposicio-
nes equivalentes menores a estos límites de trabajo.

En algunas ocasiones es preferible calcular el promedio de la con-
centración para una semana en vez de hacerlo para un día de trabajo.

A pesar del hecho de que no se considere que los daños serios sean -
resultado de la exposición a los valores límite umbral, es mejor man-
tener la concentración de los contaminantes tan bajos como sea posi-
ble.

Estos límites fueron propuestos para usarse en la práctica de la - -

higiene industrial y deberán ser interpretados por especialistas en la disciplina. No han sido propuestos para usarse o para modificar el uso:

- 1.- Como índice relativo de peligrosidad o toxicidad.
- 2.- Para evaluar o controlar la contaminación de aire en una comunidad.
- 3.- Para estimar la toxicidad potencial de las exposiciones - continuas.

LIMITE DE EXPOSICION EN PERIODOS CORTOS (LPC).- En los casos en que las exposiciones durante el trabajo no son continuas durante 8 horas diarias, sino que son exposiciones intermitentes o durante - - períodos cortos, los valores límites umbral no son aplicables. Para esta situación se han establecido los límites a períodos cortos - - (LPC) de 15 minutos.

El límite de exposición en períodos cortos se define como: La máxima concentración a la cual los trabajadores pueden ser expuestos en un período de 15 minutos como máximo continuamente. No deben permitirse más de 4 exposiciones con por lo menos 60 minutos de no exposición entre las exposiciones, de tal manera que también no se excedan los valores recomendados diarios de los valores límite umbral y la concentración media ponderada con el tiempo.

PERIODO DE MUESTREO RECOMENDADO

En el desarrollo del muestreo para contaminantes orgánicos se pue--

den encontrar diferentes concentraciones durante la jornada de labores. Es necesario considerar que en esta situación se tiene que tratar de trabajar para captar el peso del contaminante al nivel máximo permitido de un (CMPT-VLU) para cualquier sustancia, sin saturar la capacidad de captación del monitor. En la tabla de muestreo se obtienen los datos necesarios para establecer dichos niveles.

Si se presuponen concentraciones por encima de los valores máximos permitidos o se puede esperar la saturación del monitor, se recomienda utilizar monitores en operación secuencial. Asimismo, puede ocurrir que el monitor no tenga la capacidad para capturar algunos contaminantes y se debe primordialmente a que el tiempo de muestreo es específico para cada contaminante por lo que será necesario utilizar varios monitores.

Para determinar cuantitativamente la presencia y concentración de un contaminante en la atmósfera, debe contar con un mínimo de 10 microgramos para efectuar el análisis por medio de cromatografía de gases. En consecuencia, se recomienda utilizar como mínimo un tiempo de 15 minutos de muestreo, aún cuando esta cantidad pueda ser capturada en un tiempo de muestreo menor.

Por otra parte, como ya se mencionó, el tiempo de muestreo recomendado para la captación de contaminantes en los límites de exposición para períodos cortos (LPC) es de 15 minutos, siempre y cuando se puedan captar 10 microgramos como mínimo.

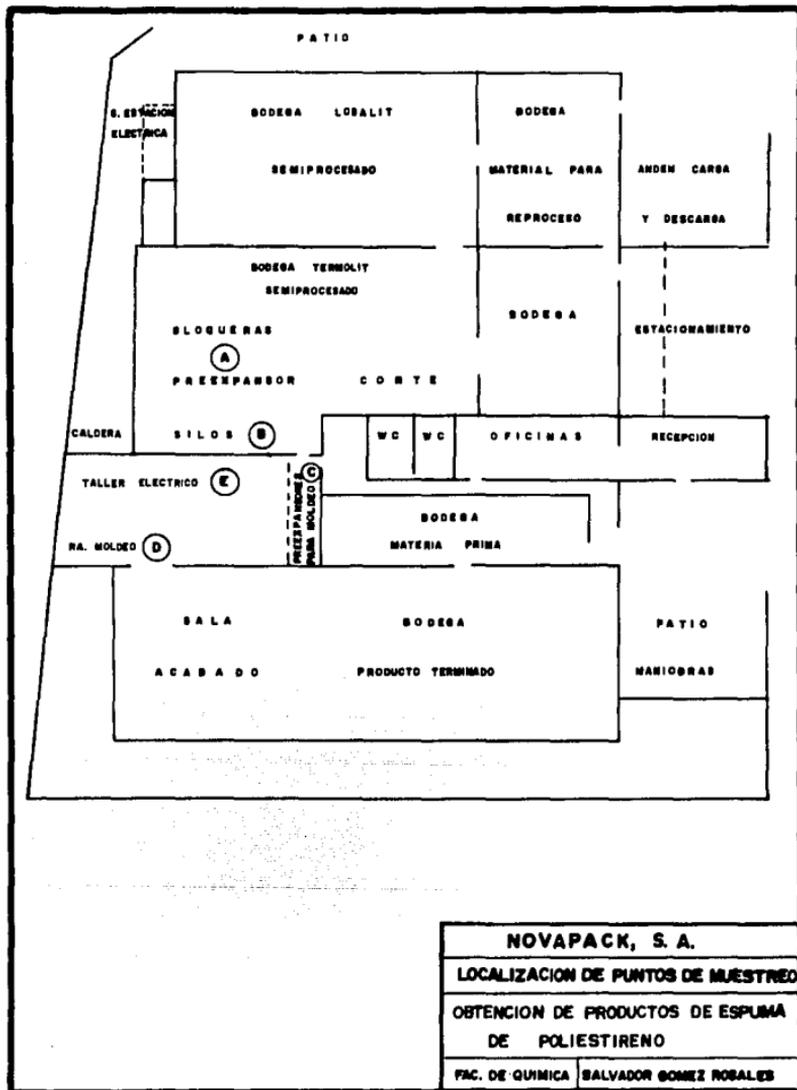
DESARROLLO DEL PLAN DE MUESTREO

Una vez localizados los puntos de las emisiones de pentano, se desarrolló un plan de muestreo que abarcara los puntos principales de las operaciones de la fábrica. La distribución de monitores (ver -- croquis 3.1) se determinó para que cubrieran la planta por zonas - de tal manera que fueran representativas de las condiciones existentes del medio ambiente en la planta en un día normal de operacio- - nes.

Por otra parte, se sometieron los monitores a diferentes tiempos de exposición, para obtener concentraciones diversas durante la jornada. En la tabla 3.1, se puede observar dicha distribución.

TABLA 3.1 DISTRIBUCION DE MONITORES

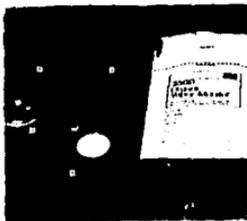
MONITOR (Núm)	HORA MUESTREO		TIEMPO MUESTREO (min)	A R E A
	Inicial	Final		
1	10:43	12:03	80	A Preexpansor (Bloquera)
2	10:52	13:52	180	Preexpansor (Silos)
3	10:26	18:26	480	Bloquera
4	10:40	13:40	180	B Silos
5	11:05	12:25	80	C Preexpansor (Moldeo)
6	11:01	19:01	480	Preexpansor (Moldeo)
7	11:15	19:15	480	D Moldeadoras
8	11:11	19:11	480	E Taller Mecánico



PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

La siguiente información nos sirve como guía para poder realizar -
óptimamente el muestreo.

1.- El monitor para vapores orgánicos se empaqa en una bolsa de plás-
tico provista de un sello para evitar su contaminación durante el -
envío y manipulación. LA BOLSA NO DEBE ABRIRSE POR NINGUN MOTIVO, SI
NO HASTA QUE SE PRETENDA UTILIZAR.



2.- Se saca el monitor, el capuchón de cierre y las demás piezas que
se incluyen deben permanecer en el empaque. Se anota la hora de ini-
cio de exposición, colocándose el monitor lo más cerca de la zona de
respiración del trabajador sujetándolo con la grapa o bien en la zo-
na a cuantificar en la fábrica. Se debe tener mucho cuidado que la -
cara blanca quede colocada hacia afuera, en contacto con el medio --
ambiente. LA PELICULA BLANCA Y EL ANILLO DE SUJECION NO DEBEN QUITAR
SE HASTA QUE EL PERIODO DE MUESTREO FINALICE.



3.- Al finalizar el período de muestreo, se quita el monitor al tra
bajador o se recoje de la zona de muestreo, registrando en la parte
posterior la hora de finalización del muestreo y el tiempo efectivo
del mismo.



4.- La película blanca y su anillo de retención se deben de quitar
inmediatamente con una moneda o cualquier otro instrumento adecuado
A continuación se coloca a presión el capuchón.

Se cierran fuertemente los dos orificios del capuchón con los tapones integrados al capuchón. Se debe hacer resaltar la importancia - en estos puntos, ya que el muestreo del medio ambiente continúa hasta que se haya colocado el capuchón y se hayan cerrado los dos orificios.



5.- El monitor tapado se coloca nuevamente en el empaque. La parte superior del empaque está provisto con un sello el cual permite cerrarlo herméticamente.



6.- Se debe anotar la siguiente información en el empaque:

- a) Número del monitor
- b) Fecha de exposición
- c) Identificación del empleado o zona
- d) Compuestos específicos, si se conocen, o tentativos para -- los cuales el monitor se ha usado.
- e) Temperatura y humedad relativa del medio ambiente, si se consideran extremas.
- f) Cualquier comentario o circunstancias anómalas.



7.- Los monitores expuestos se enviarán al laboratorio para su análisis tan pronto como sea posible después de usados.

8.- Es conveniente manejar un "blanco de campo", ya que esto coadyuvará a verificar la exactitud del análisis. El "blanco de campo" se prepara de la siguiente manera:

- a) Se sacan del empaque el monitor y el capuchón.
- b) Se quitan la película blanca y el anillo de retención.

- c) Se coloca a presión el capuchón y se cierran los orificios
- d) Se etiqueta el paquete de "control" y se registran los números distintivos para que éstos sirvan como "blanco de -- campo".
- e) El monitor de muestra se empaqueta y se envía junto con los monitores expuestos.

DETERMINACION DE COEFICIENTES DE RECUPERACION

Se recomienda verificar los coeficientes de recuperación, puesto -- que la presencia de múltiples contaminantes puede afectarlos.

El coeficiente de recuperación se determina de la siguiente manera:

1.- Quitar el anillo de retención y la película blanca del mo nitor.

2.- Colocar papel filtro Whatman de 2.5 cm de diámetro, sobre el espacio libre dejado por la película blanca.

3.- El capuchón es colocado en el monitor haciendo presión en el papel filtro.

4.- Calcular la cantidad de material a inyectarse. Con la siguiente fórmula se calcula la cantidad a inyectarse en miligramos -- que corresponden. La cantidad que deberá colectarse por el monitor en condiciones normales de muestreo.

$$W = K_0 C t (10^{-6} \text{ m}^3/\text{cm}^3)$$

donde:

W = Cantidad de líquido inyectado, mg.

K_0 = Velocidad de muestreo, cm^3/min .

C = Concentración promedio, mg/m^3

t = Tiempo de muestreo, min.

Se sugiere como punto de partida una concentración promedio correspondiente a un (VLU) valor límite umbral y un período de exposición de 8 horas, evitando que la cantidad en miligramos exceda el límite de exposición del monitor.

5.- Inyectar la cantidad conocida del material orgánico sobre el papel filtro a través del puerto central.

6.- El monitor se deja reposar después de la elución de 16 a 24 horas para permitir la transferencia total del material orgánico del papel filtro al carbón activado.

7.- Quitar el papel filtro del monitor.

8.- Proceder con la elución y determinación de la cantidad - recuperada por análisis de cromatografía de gases.

TABLA 3.2 GUIA DE MUESTREO DEL MONITOR # 3500

COMPUESTO	TIEMPO DE MUESTREO	ESTANDAR OSHA	LIMITE DE EXPOSICION		INFORMACION MUESTREO		COEFICIENTE
	1 CMPT-VLU (horas)	CMPT (ppm) () ACGHI	PERIODO CORTO LPC (ppm)	USO MONITOR	VELOCIDAD MUESTREO (cm ³ /min)	LIMITE EXPOSICION (ppm-hr)	RECUPERACION (Adim)
Acetona	1.8	1000	1250	si	35.4	1800	0.93
Acetonitrilo	7.5	40	60	si	45.0	300	
Acrilonitrilo	150	2	10	si	37.1	300	0.84
Alcohol Aliflico	250	2	4	no	36.2	500	
Cloruro Aliflico	450	1	2	no	34.5	450	
Acetato de Amilo	16	100	150	si	21.6	1600	1.00
sec-Acetato de Amilo	12.8	125	150	si	23.8	1600	
iso-Alcohol Amflico	12	100	125	si	27.9	1200	
sec-Alcohol Amflico	12	100	-	-	25.8	1200	0.76
Benceno	380	10	-	-	33.0	3000	0.99
Cloruro de Benzofilo	1500	1	-	-	25.3	1500	1.00
Bromoformo	700	5	-	-	27.2	350	
Butadieno	0.6	1000	1250	si	39.3	600	
Acetato de Butilo	14.7	150	200	si	23.8	2200	1.00
Acetato de iso-Butilo	14.7	150	187	si	24.4	2200	

sec-Acetato de Butilo	11	200	250	si	25.8	2200	
ter-Acetato de Butilo	9	200	250	si	26.0	1800	
Alcohol Butílico	14	100 (50)	--	-	30.5	1400	
iso-Alcohol Butílico	14	100	75	si	31.2	1400	
sec-Alcohol Butílico	9.3	150	--	-	31.5	1400	1.00+
ter-Alcohol Butílico	14	100	150	si	30.9	1400	
Butil Celosolve	36	50	20	si	24.1	1800	
p.ter-Butil Tolueno	25	10	20	si	21.2	250	
Canfor	600	2	3	si	21.9	1200	
Tetracloruro de Carbono	30	10	20	si	26.5	300	1.02
Celosolve	9	200 (100)	150	si	29.0	1800	0.61
Acetato de Celosolve	18	100	--	-	24.2	1800	0.91
Clorobenceno	21	75	--	-	26.4	1600	0.95
Clorobromometano	3	200	250	si	35.6	600	
Cloroformo	7	50 (25)	--	-	31.6	350	0.97
1.Cloro 1.Nitropropano	60	20	75	si	27.0	1200	
Cumeno	26	50	75	si	24.6	1300	1.02
Ciclohexano	2.5	300	375	si	30.1	750	
Ciclohexanol	22	50	--	-	27.1	1100	0.78
Ciclohexanona	36	50			28.4	1800	0.87

+ Desorción en Cloruro de Metileno

Ciclohexano	2.5	300	--	-	31.0	750	
Diacetona, Alcohol	28	50	75	si			
Dibutil Ftalato		5mg/m ³			14.9		
o-Diclorobenceno	28	50	--	-	25.8	1200	
p-Diclorobenceno	16	75	110	si	25.9	1200	
Diisobutil Cetona (DIBK)	25	50 (25)	--	-	21.5	1250	
Dimetil Formamida (DMF)	13.5	10	20	si	30.5	135	0.98+
Dioxano	13.5	100 (50)	--	-	33.6	1350	0.92
Epiclorhidrina	20	5	10	si	29.8	100	0.94
Etilo Acetato	7.5	400	--	-	29.4	3000	0.98
Etilo Acrilato	22	25	--	-	28.8	550	
Etil Benceno	30	100	125	si	25.2	3000	1.02
Etilo Bromuro	2.7	200	250	si	35.0	550	
Etflico Eter	2.4	400	500	si	32.5	950	
Etilen Clorhidrina	100	5	--	-	34.1	500	
Etileno, Dibromuro	60	20	30	si	29.2	1200	0.96
Etileno, Dicloruro	20	50	75	si	32.1	1000	0.99
Furfural	200	5	15	si	30.9	1000	
Glicidol	56	50	75	si	33.5	2800	
Heptano	3.2	500 (400)	500	si	27.7	1600	1.04

+ Desorción en Cloruro de Metileno

Hexano	3	500 (100)	125	si	28.2	1500	0.95
Halotano					29.5	1200	
Isoforono	52	25 (5)	--	-	22.5	1300	
Isopropílico, Alcohol	3.3	400 (250)	500	si	35.9	1300	
Isopropílico, Eter	2.4	500 (250)	310	si	24.2	1200	
Mesítileno, Oxido	40	25	--	-	26.9	1000	0.93
Mesítileno	80	(25)	35	si	23.5	2000	0.98
Metilo, Acetato	4	200	250	si	34.6	800	0.90
Metilo, Acrilato	20	10	--	-	32.4	200	
Metil Butil Cetona (MBK)	18	100 (25)	40	si	26.8	1800	
Metil Celosolve	50	25	35	si	32.2	1250	0.56
Metil Celosolve Acetato	40	25	--	-	26.2	1000	
Tricloroetano	5.1	350	450	si	28.0	1800	0.99
Metil Etil Cetona (MEK)	9	200	300	si	31.2	1800	0.85
Metil Isobutil Cet (MIBK)	30	100	125	si	28.2	3000	0.92
Metil Propil Cetona	9	200	250	si	28.1	1800	
Naftaleno	180	10	15	si	24.5	1800	
Nitrobenceno	2000	1	2	no	25.5	2000	0.51
n-Octano	3.6	500	375	si	21.8	1800	1.03

Pentano	1.3	1000	750	si	29.8	1300	1.02
Percloroetileno	18.9	100	150	si	28.9	1850	1.00
Fenil Eter	50	1	2	no	20.8	50	
Propilo, Acetato	11	200	250	si	27.2	2200	0.98
Isopropilo, Acetato	8.8	250	310	si	27.3	2200	0.94
Propílico, Alcohol	6.5	200	250	si	35.2	1300	
Isopropílico, Alcohol	3.3	400 (250)	500	si	35.9	1300	
Isopropílico, Eter	2.4	500 (250)	310	si	24.2	1200	
Propileno, Dicloruro	13.3	75	110	si	28.1	1000	
Solvente Stoddard	3	500	125	si	24.3	1500	1.00
Estireno	30	100	125	si	27.3	3000	0.97
Tetracloroetano	60	5	10	si	25.6	300	0.97
Tolueno	15	200	150	si	30.4	3000	0.99
Tricloroetileno	20.5	100	150	si	28.0	2250	1.00
Tricloetano	40	10	20	si	27.1	400	0.99
Cloruro de Vinilo	30	1 (5)	5	si	40.7	30	0.90
Vinil Tolueno	20	100	150	si	24.7	2000	0.99
Xileno	30	100	150	si	25.6	3000	1.00

CAPITULO IV

CUANTIFICACION Y RESULTADOS

INTRODUCCION

Durante el muestreo se emplearon monitores para vapores orgánicos - marca 3M, con el fin de captar las emisiones de pentano. Para el análisis la muestra se recuperó por elución y se cuantificó por cromatografía de gases. Mediante la aplicación de datos y factores experimentales, así como, la obtención de datos durante el muestreo y los resultados de laboratorio, nos condujo a obtener la concentración del contaminante presente en el ambiente laboral.

ENVIO Y RECEPCION DE MUESTRAS

Los monitores conteniendo las muestras de pentano colectadas en la fábrica de poliestireno NOVAPACK, S.A., se enviaron al laboratorio, en donde se conservaron en refrigeración a una temperatura de 4°C, hasta el momento de efectuar el análisis.

Es de vital importancia que a la recepción en el laboratorio de los monitores expuestos, el analista debe verificar que:

- a) El empaque esté sellado
- b) El capuchón esté herméticamente cerrado
- c) Los orificios del capuchón estén tapados
- d) La información requerida y comentarios se encuentren anotados en el empaque.

Cualquier anomalía o situación extraña que pueda suscitarse durante

el muestreo o análisis debe anotarse.

DESORCION DE LA MUESTRA

El puerto central del monitor se abre y se le inyecta 1.5 mililitros (ml) de disulfuro de carbono (CS_2) grado espectro, para la desorción de los vapores de pentano colectados en la pastilla de carbón activado. El orificio debe cerrarse una vez inyectado el disolvente.



Se dejan las muestras en reposo debido a que la etapa de desorción requiere de 30 minutos aproximadamente, ocasionalmente se debe agitar suavemente el monitor.

Después de transcurrido este tiempo se abren los dos orificios en el capuchón. La solución eluida es cuidadosamente decantada a través del orificio en los viales del cromatógrafo de gases.



Los viales son cerrados inmediatamente. Si no se utiliza un muestreador automático, la alícuota para la inyección puede tomarse directamente del monitor a través del puerto central del capuchón.

INSTRUMENTO

Para la cuantificación analítica de las muestras se empleó un cromatógrafo de gases marca Pye Unicam 204, con un registrador automático, Moseley 7101 EM. La columna analítica del cromatógrafo utilizada fue de acero inoxidable de 5 milímetros de diámetro interno y con -- 1.5 metros de longitud. Empacada con Chromosorb W 80/100 y con un - 15% de Apieción L.



TEMPERATURA PROGRAMADA

El control de la temperatura de la columna en el cromatógrafo de gases, se llevó a cabo programando la temperatura inicial a 70 °C, - manteniéndola constante por espacio de 5 minutos; incrementándola - constante en 4 °C por cada minuto hasta alcanzar la temperatura final de 125 °C manteniendo dicha temperatura a régimen constante por un lapso de 8 minutos antes de iniciar la inyección de la muestra - al cromatógrafo de gases.

DETERMINACION DE PATRONES

La cuantificación de los vapores de pentano en el disolvente de disulfuro de carbono se llevó a cabo preparando mezclas de concentración conocida de disulfuro de carbono y pentano. En proporciones ta les que las muestras quedaran dentro del rango de los patrones propuestos.

1.5 ml. de CS₂ con 3 mcl. de pentano

1.5 ml. de CS₂ con 5 mcl. de pentano

1.5 ml. de CS₂ con 7 mcl. de pentano

1.5 ml. de CS₂ con 10 mcl. de pentano

Se tomó una alícuota de 2 microlitros (mcl.) de cada una de las -- muestras patrón, inyectándola al cromatógrafo, para la construcción de la curva de calibración.

En respuesta a lo anterior se obtienen gráficas en dónde el pico --

del pentano se identifica a través del tiempo de retención. Se -
triángula para obtener su área y con el apoyo de la curva de cali-
bración se calcula la concentración del pentano en el extracto de
disulfuro de carbono.

RESULTADOS ANALITICOS

Las muestras inyectadas en el cromatógrafo de gases genera por re-
sultados una serie de gráficas o cromatógramas, en donde el peso -
del disolvente se calcula aplicando la ecuación del área de un -
triángulo. Posteriormente el área calculada se multiplica por el -
factor experimental de calibración.

TABLA 4.1 RESULTADOS ANALITICOS

MUESTRA Número	ALTURA PICO	BASE PICO	FACTOR DE CALIBRACION	PESO EN microgramos
1	5.84	0.40	0.079	0.09227
2	10.55	0.45	0.725	1.72096
3	6.47	0.45	0.720	1.04814
4	7.61	0.40	0.847	1.28913
5	5.85	0.40	0.072	0.08424
6	9.06	0.40	0.847	1.53476
7	8.55	0.40	0.389	0.66519
8	8.65	0.40	0.389	0.67297

CALCULO DE CONCENTRACION

El cálculo de la concentración media ponderada con el tiempo (CMPT) se puede efectuar tomando los datos experimentales del monitor asentados en la tabla 3.2 de muestreo. Los resultados reportados por el laboratorio y los datos obtenidos durante el muestreo, se puede calcular la concentración utilizando las ecuaciones propuestas anteriormente.

a) Cálculo de la concentración del pentano a las condiciones de muestreo a partir de la ecuación 10 en miligramos por metro cúbico (mg/m^3):

$$C_s = \frac{W_a (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{r K_o t} (T_o/T_s)^{3/2} (P_s/P_o)$$

b) Cálculo de la concentración del pentano a las condiciones de referencia a partir de la ecuación 12 en miligramos por metro cúbico (mg/m^3):

$$C_o = \frac{W_a (10^6 \text{ cm}^3/\text{m}^3)}{r K_o t} (T_o/T_s)^{1/2}$$

T A B L A 4.2

Resultados de Concentración condiciones de Muestreo (mg/m^3)

MUESTRA Número	PESO EN microgramos	$\frac{10^6}{1.02 \times 29.8}$	$\frac{1}{\text{tiempo}}$	CONCENTRACION (mg/m^3)
1	0.09227	32,899	0.01250	29.207
2	1.72096	32,899	0.00555	242.116
3	1.04814	32,899	0.00208	55.297
4	1.28913	32,899	0.00555	181.363
5	0.08424	32,899	0.01250	26.665
6	1.53476	32,899	0.00208	80.970
7	0.66519	32,899	0.00208	35.093
8	0.67297	32,899	0.00208	35.504

T A B L A 4.3

Resultados de Concentración, condiciones de Referencia (mg/m³)

MUESTRA Número	PESO EN microgramos	$\frac{10^6}{1.02 \times 29.8}$	$\frac{1}{\text{tiempo}}$	CONCENTRACION (mg/m ³)
1	0.09227	32,899	0.01250	37.945
2	1.72096	32,899	0.00555	314.545
3	1.04814	32,899	0.00208	71.839
4	1.28913	32,899	0.00555	235.618
5	0.08424	32,899	0.01250	34.642
6	1.53476	32,899	0.00208	105.192
7	0.66519	32,899	0.00208	45.591
8	0.67297	32,899	0.00208	46.125

c) Cálculo de la concentración del pentano a las condiciones de muestreo a partir de la ecuación (15) en partes por millón -- (ppm).

$$C'_s = \frac{10^6 W_a R (10^{-3} \text{ g/mg})}{r K_o t \text{ PM}} (T_s/P_o) (T_o/T_s)^{3/2}$$

d) Cálculo de la concentración del pentano a las condiciones de referencia a partir de la ecuación (18) en partes por millón -- (ppm).

$$C'_o = \frac{10^6 W_a R (10^{-3} \text{ g/mg})}{r K_o t \text{ PM}} (T_o/P_o) (T_o/T_s)^{1/2}$$

$$\text{Si } T_s = T_o \quad \therefore \quad C'_s = C'_o$$

Cálculo de la constante "A", para utilizarse en los resultados de la Tabla 4.4 en partes por millón (ppm).

$$A = \frac{10^6 R (10^{-3})}{r K_o \text{ PM}} (T_o/P_o)$$

$$A = \frac{(10^6) (10^{-3}) (62,358)}{(1.02) (29.8) (72)} (298 / 760) = 11,172.396$$

T A B L A 4.4

Resultados de Concentración condiciones de Muestreo y Referencia en (ppm)

MUESTRA Número	PESO EN microgramos	CONSTANTE "A"	$\frac{1}{\text{tiempo}}$	CONCENTRACION (ppm)
1	0.09227	11,172	0.01250	12.886
2	1.72096	11,172	0.00555	106.818
3	1.04814	11,172	0.00208	24.396
4	1.28913	11,172	0.00555	80.014
5	0.08424	11,172	0.01250	11.764
6	1.53476	11,172	0.00208	35.722
7	0.66519	11,172	0.00208	15.472
8	0.67297	11,172	0.00208	15.663

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES

INTRODUCCION

La importancia que tiene para el ser humano conocer los niveles de contaminación que prevalecen en el medio ambiente que le rodea, se pone de manifiesto por la tecnología tan avanzada que ha desarrollado. Sin embargo, no le ha importado o no se ha percatado del problema de la contaminación de su ambiente tan agudo que ha engendrado.

ANALISIS

A continuación se analiza el presente estudio con la finalidad de -- apuntalar los puntos principales de su contenido.

1.- Por lo que respecta al pentano en particular, su evaluación en una fuente resulta de vital importancia si observamos los -- efectos que tiene este contaminante sobre el medio ambiente laboral en general.

2.- La captación de emisiones contaminantes de pentano se obtuvieron con los monitores para vapores orgánicos. Evidentemente que -- al analizar las ventajas de dicho método en contrapartida del método tradicional, no oficial, de los tubos de carbón activado, se pone de manifiesto por la gran aceptación del empleado del monitor, por ligero y compacto. Debido principalmente a que no requieren bombas de -- succión como ocurre con los tubos de carbón; ya que no interfiere en

las labores cotidianas, aunado a la facilidad que presenta al momento de la cuantificación de la muestra atrapada.

3.- La captación de las emisiones de pentano fue posible llevarla a cabo por las facilidades otorgadas por la fábrica de polietireno Novapack, S.A., de esta manera se pudo obtener datos fidedignos en un día normal de operaciones.

4.- Es de vital importancia desarrollar un buen plan de muestreo, para cubrir todas las eventualidades posibles que se puedan presentar en la obtención de las muestras. Debido a que en algunas ocasiones existen altas concentraciones en el ambiente y pueden llegar a saturar la capacidad del monitor antes del tiempo predispuesto y con esto rebasar el límite de exposición establecido.

En el diseño del plan de muestreo del presente trabajo no se tomaron muestras para el rango del límite de exposición de períodos cortos (LPC). Asimismo, se omitieron las pruebas secuenciales para el período de muestreo de ocho horas.

5.- Otro punto de particular interés, son las condiciones climatológicas prevalecientes durante el muestreo ya que si resultan extremas pueden incidir en los resultados. Así como las condiciones de operación y del proceso en sí.

6.- Un punto muy importante, es la determinación de los coeficientes de recuperación; puesto que en cada lote de carbón activado

fabricado difiere en calidad. Además de que si no se tiene la posibilidad de contar con los datos experimentales para el compuesto a evaluar o si se quiere verificar los datos tabulados.

7.- Cabe hacer mención que en todos los puntos analizados, la concentración del pentano en el ambiente es menor al valor límite umbral (VLU), para exposiciones laborales establecidas por la OSHA o el NIOSH. Se adoptaron los datos de los Estados Unidos, ya que en México no existe reglamento.

8.- Este tipo de muestreos es útil para la identificación y localización de anomalías en un proceso determinado, lo que hace mejorar su rendimiento.

9.- La información obtenida durante el muestreo es de incalculable valor en la selección o diseño del equipo de control necesario.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

- 1.- PLASTIC TECHNOLOGY, Robert V. Milby. Mc. Graw Hill Book Company pp 251-256.
- 2.- PERSONAL SAMPLER FOR NITROGEN DIOXIDE, E. D. Palmes, A. F. - - Gunnison, J. DiMattio, and C. Tomczyk. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. (37) October, 1976 pp 570-577.
- 3.- AN EVALUATION OF A PASSIVE MONITOR FOR MERCURY VAPOR, Charles - S. McCammon and James W. Woodfin. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. (38) August 1977 pp 378-386.
- 4.- A NEW PERSONAL ORGANIC VAPOR MONITOR WITH IN-SITU SAMPLE - - ELUTION, D.W. Gooselink, D. L. Braun, H.E. Mullins, S.T. Rodríguez. 3M Company, pp 1-11.
- 5.- DIFFUSION COEFFICIENTS IN GASEOUS SYSTEMS, Gilliland, E. R., -- Ind. and Eng. Chemistry, June 1934.
- 6.- ENFERMEDADES OCUPACIONALES, GUTA PARA SU RECONOCIMIENTO, W. M. Gafafer. Servicios de Salud Pública, EUA 1964. Dirección de - - Higiene Industrial, SSA México.
- 7.- OCCUPATIONAL HEALTH GUIDELINE FOR PENTANE, Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor and National Institute for Occupational Safety and Health, US Department of Health and Human Services, September 1978 pp 1-5.
- 8.- PLAN DIRECTOR PARA EL DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL, Vol. II, México 1975, pp 172-193.

- 9.- CHEMICAL PROCESS INDUSTRIES, Shreve and Brink, Mc. Graw Hill - Book Co. 4th. Ed., pp 126-128, 1977.
- 10.- ADSORCION MEDIANTE CARBON ACTIVADO, Boletfn Técnico de la - - S.M.A. - S.S.A., Marzo 1975 pp 30-34.
- 11.- THE HANDBOOK OF SOLVENTS, Schefflan, L. and Jacobs, M. B., Ed - D. Van Nostrand Co., New York, 1953.