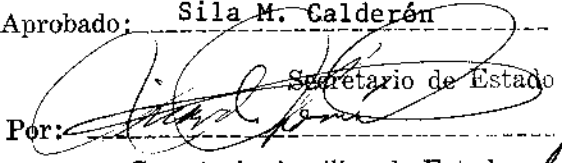


Estado Libre Asociado de Puerto Rico
Departamento del Trabajo y Recursos Humanos
Oficina del Secretario
Hato Rey, Puerto Rico

Núm. 3174
28 de noviembre de 1984 11:30 A.M.
Fecha
Aprobado: Sila M. Calderón
Secretario de Estado
Por: 
Secretaria Auxiliar de Estado *Int.*

CERTIFICACION

Yo, Juan M. Rivera González, Secretario del Trabajo y Recursos Humanos, a tenor con lo dispuesto en la Sección 8(b) de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo de Puerto Rico, Ley Núm. 16 de 5 de agosto de 1975 (29 LPRA 361 y siguientes), según enmendada, procedo a radicar la versión al español de las siguientes enmiendas al Reglamento 4 OSH 1910:

- 1) 4 OSH 1910.1200 - Comunicación de Riesgos 48FR Núm. 228 de 25 de noviembre de 1983 (53280 - 53346). Número 3095.16 de mayo de 1984.
- 2) 4 OSH 1910.19 - Disposiciones especiales para Contaminantes del Aire 48FR Núm. 122 de 22 de junio de 1984 (25796).

4 OSH 1910.1000 - Eliminación de la parte Oxido de Etileno de la tabla Z-1 48FR Núm. 122 de 22 de junio de 1984 (25796).

4 OSH 1910.1047 - Oxido de Etileno 48FR Núm. 122 de 22 de junio de 1984 (25796-25809).

Esta enmienda fue radicada en inglés en el Departamento de Estado el 28 de noviembre de 1984 bajo el Núm. 3174.

- 3) Guías para Buceo Científico 50FR Núm. 6 de 9 de enero de 1985 (1046-1050).

Esta enmienda fue radicada en inglés en el Departamento de Estado el 7 de mayo de 1985 bajo el número 3202.

En San Juan, Puerto Rico, a ABR. 30 1988


Juan M. Rivera González

Registro Federal
Vol. 49, NUM. 122
viernes 22 de junio de 1984
Reglas y Reglamentos

Parte 1910 - [Enmendada]

La parte 1910 del Título 29 del Código de Reglamentos Federales está enmendada como sigue:

1. Al añadir un nuevo párrafo (h) a la sección 1910.19 para que lea como sigue:

Sección 1910.19 Disposiciones especiales para
Contaminantes del Aire.

* * * * *

(h) Oxido de etileno. La Sección 1910.1047 deberá aplicar a la exposición de cada empleado al óxido de etileno en cada empleo y sitio de empleo que esté cubierto por la sección 1910.12, 1910.13, 1910.14, 1910.15 ó 1910.16 en lugar de cualquier norma diferente relacionada con la exposición al óxido de etileno que de otro modo se aplicaría en virtud de esas secciones.

Sección 1910.1000 [Enmendada]

2. Al eliminar la parte "Oxido de etileno *** 50 ppm *** 90 mg/m3" de la Tabla z-1 de la sección 1910.1000.

3. Al anadir una nueva sección 1910.1047 para que lea como sigue:

Sección 1910.1047 Oxido de etileno

a. Alcance y Aplicación.

(1). Esta sección aplica a todas las exposiciones a óxido de etileno (ETO) que ocurren en el trabajo, Chemical Abstracts Service Registry No. 75-21-8, excepto según se dispone en el párrafo (a)(2) de esta sección.

(2). Esta sección no aplica a la elaboración, uso o manejo de productos que contengan ETO en los cuales los datos objetivos razonablemente se basan en que, demuestran que el producto no es capaz de liberar ETO en concentraciones suspendidas en el aire a o sobre el nivel de acción bajo las condiciones esperadas de elaboración, uso o manejo que puedan causar la mayor emisión posible.

(3). Cuando los productos que contienen ETO están exentos conforme a lo que establece el párrafo (a)(2) de esta sección, el patrono deberá mantener expedientes de los datos objetivos que sostengan la exención y las bases para que el patrono confie en los datos según está dispuesto en el párrafo (k)(1) de esta sección.

b. Definiciones

Para el propósito de esta sección, deberán aplicar las siguientes definiciones:

Nivel de Acción - significa una concentración de ET0 en el aire de 0.5 ppm calculadas como una concentración promedio en un periodo de 8 horas.

Secretario Auxiliar - Significa el secretario Auxiliar del Trabajo a cargo de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, Departamento del Trabajo de los E.U. o su designado.

Persona autorizada - significa cualquier persona autorizada específicamente por el patrono cuyos deberes requieren que la persona entre a un área reglamentada, o cualquier persona que entre en dicha área como un representante designado por los empleados con el propósito de ejercer el derecho a observar los procedimientos de medición y monitoreo bajo el párrafo (1) de esta sección, o cualquier otra persona autorizada por la Ley o por los reglamentos emitidos bajo la Ley.

Director - significa el Director del Instituto Nacional para Seguridad y Salud en el Trabajo, Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos o el designado.

Emergencia - significa cualquier incidente tal como, pero no limitado a fallas en el equipo, ruptura de los recipientes o fallas en el equipo de control que es parecido a o tiene como resultado un escape significativo e inesperado de ET0.

Exposición del Empleado - significa exposición a ETO suspendido en el aire que podría ocurrir si el empleado no estuviera usando el equipo protector respiratorio.

Oxido de Etileno o ETO - significa el compuesto orgánico de tres anillos con la fórmula química C_2H_4O .

c. Límites de exposición permisibles (PEL)

Concentración promedio en un período de tiempo de 8 horas (TWA).

El patrono deberá asegurarse que ningún empleado esté expuesto a una concentración de ETO suspendida en el aire en exceso de una (1) parte de ETO por partes por millón de aire (1 ppm) como una concentración promedio en un período de tiempo de 8 horas. (TWA 8 horas).

d. Monitoreo de exposición.

1. General

- (i) Las determinaciones de la exposición del empleado deberán hacerse de muestras de aire tomadas en zonas de respiración que son representativas del TWA de 8 horas de cada empleado.

(ii) La exposición del empleado representativa de un TWA de 8 horas deberá determinarse sobre las bases de una muestra o más que representen la exposición de jornada completa para cada jornada, para cada trabajo en cada área de trabajo.

(iii) Cuando el patrono pueda documentar que los niveles de exposición son equivalentes para operaciones similares en jornadas de trabajo diferentes, el patrono sólo necesitará determinar la exposición representativa del empleado para esa operación durante una jornada.

2. Monitoreo inicial.

Cada patrono que tenga un lugar de trabajo o una operación de trabajo cubierta por esta norma, excepto según está dispuesto en el párrafo (a)(2) ó (d)(2)(ii) de esta sección, deberá realizar, el monitoreo inicial para determinar con precisión las concentraciones de ETO suspendidas en el aire a las que pueden estar expuestos los empleados.

(ii) Cuando el patrono ha monitoreado después del 15 de junio de 1983 y el monitoreo satisface todos los requisitos de esta sección, el patrono podrá confiar en los resultados de los monitoreos previos para satisfacer los requisitos del párrafo (d)(2)(i) de esta sección.

3. Frecuencia de monitoreo (monitoreo periódico)

(i) Si el monitoreo que requiere el párrafo (d)(2) de esta sección revela exposición del empleado al nivel de acción o sobre este pero a o bajo el TWA de 8 horas; el patrono deberá repetir dicho monitoreo para cada empleado por lo menos cada 6 meses.

(ii) Si el monitoreo que requiere el párrafo (d)(2)(i) de esta sección revela exposición del empleado sobre el TWA de 8 horas, el patrono deberá repetir dicho monitoreo para cada empleado por lo menos cada 3 meses.

(iii) El patrono puede alterar el programa de monitoreo de trimestral a dos veces al año para cualquier empleado al cual se le haya tomado dos medidas consecutivas por lo menos con 7 días de diferencia las cuales indiquen que la exposición del empleado ha disminuido hasta el TWA de 8 horas o bajo éste.

4. Terminación de monitoreo

(i) Si el monitoreo inicial que requiere el párrafo (d)(2)(i) de esta sección revela que la exposición del empleado está bajo el nivel de acción, el patrono puede discontinuar el monitoreo para aquellos empleados cuyas exposiciones están representadas por el monitoreo inicial.

- (ii) Si el monitoreo periódico que requiere el párrafo (d)(3) de esta sección revela que las exposiciones del empleado, según lo indican por lo menos dos medidas tomadas con 7 días de diferencia, están bajo el nivel de acción; el patrono puede descontinuar el monitoreo para aquellos empleados cuyas exposiciones estén representadas por dicho monitoreo.

5. Monitoreo adicional

A pesar de las disposiciones del párrafo (d)(4) de esta sección, el patrono deberá instituir el monitoreo de exposición que se requiere en los párrafos (d)(2)(i) y (d)(3) de esta sección siempre que haya un cambio en la producción, proceso, equipo de control o prácticas de trabajo que puedan dar por resultado exposiciones nuevas o adicionales a ETO o cuando el patrono tenga cualquier razón para sospechar que un cambio puede resultar en exposiciones nuevas o adicionales.

6. Precisión del monitoreo

El monitoreo deberá ser preciso, para un nivel confidencial de 95 por ciento para dentro de más o menos 25 por ciento para concentraciones de ETO suspendidas en el aire en el TWA de 1 ppm y dentro de más o menos 35 por ciento para concentraciones de ETO suspendidas en el aire al nivel de acción de 0.5 ppm.

7. Notificación de los resultados del monitoreo a los empleados

(i) El patrono deberá, dentro de 15 días laborables después de recibir los resultados de cualquier monitoreo realizado bajo esta norma, notificar estos resultados al empleado afectado ya sea por escrito individualmente o colocando los resultados en un lugar apropiada que esté accesible a los empleados afectados.

(ii) La notificación escrita que requiere el párrafo (d)(7)(i) de esta sección deberá contener la acción correctiva que tomó el patrono para reducir la exposición del empleado al PEL o bajo éste, siempre que los resultados del monitoreo indiquen que el PEL se ha excedido.

e. Áreas reguladas

1. El patrono deberá establecer un área regulada dondequiera que las exposiciones de ETO suspendidas en el aire puedan exceder el TWA.

2. El acceso a las áreas reguladas deberá limitarse a las personas autorizadas.

3. Las áreas reguladas deberán estar demarcadas por cualquier forma que disminuya el número de empleados dentro del área regulada.

f. Métodos de cumplimiento

1. Controles de ingeniería y prácticas de trabajo.

(i) El patrono deberá instituir controles de ingeniería y prácticas de trabajo para reducir y mantener la exposición del empleado al TWA o bajo éste, excepto al punto de que tales controles no sean factibles.

(ii) Cuando las prácticas de trabajo y los controles de ingeniería factibles que puedan instituirse no sean suficientes para reducir la exposición del empleado al TWA o bajo éste, el patrono deberá utilizarlos para reducir la exposición del empleado a los niveles más bajos que puedan conseguirse a través de estos controles y deberá suplementarlos utilizando protección respiratoria que cumpla con los requisitos del párrafo (g) de esta sección.

(iii) Los controles de ingeniería por lo general no son factibles para las siguientes operaciones: recogido de muestreo de calidad asegurada de la

remoción de materiales esterilizados de indicadores biológicos de materiales esterilizados: carga y descarga de vagón cisterna; cambios de tanques de óxido de etileno sobre esterilizadores y limpieza de recipientes. Para estas operaciones se requieren los controles de ingeniería sólo cuando el Secretario Auxiliar demuestre que tales controles son factibles.

2. Programa de cumplimiento

(i) Cuando se haya excedido el TWA, el patrono deberá establecer e implantar un programa escrito para reducir la exposición de los empleados al TWA o bajo este por medio de controles de prácticas de trabajo y de ingeniería, según lo requiere el párrafo (f)(1) de esta sección y a través del uso de protección respiratoria donde lo requiera y lo permita esta sección.

(ii) El programa de cumplimiento deberá incluir un programa para inspecciones periódicas de detección de escapes y un plan escrito para situaciones de emergencias según se especifica en el párrafo (h)(i) de esta sección.

(iii) Los planes escritos para el programa que requiere el párrafo (f)(2) deberán desarrollarse y proveerse si así lo solicita para examinarlo y copiarlo el Secretario Auxiliar, el Director, empleados afectados y representantes de los empleados designados. Dichos planes deberán revisarse por lo menos cada 12 meses y deberán ponerse al día según sea necesario para reflejar cambios significativos en el estatus del programa de cumplimiento del patrono.

(iv) El patrono no deberá implantar un programa de rotación de empleados como un medio para cumplir con el TWA.

g. Equipo de protección personal y de protección respiratoria

1. General

El patrono deberá proveer respiradores y se asegurará de que los utilicen cuando así lo requiera esta sección. Los respiradores deberán utilizarse bajo las siguientes circunstancias.

(i) Durante el intervalo necesario para instalar o implantar controles de prácticas de trabajo y de ingeniería.

(ii) En operaciones de trabajo, tales como actividades de mantenimiento y de reparación, limpieza de recipientes y otras actividades para las cuales los controles de prácticas de trabajo y de ingeniería no son factibles;

(iii) En situaciones de trabajo donde los controles factibles de prácticas de trabajo y de ingeniería no son suficientes para reducir la exposición al TWA o bajo éste; y

(iv) En emergencias

2. Selección de respirador

Cuando se requieran respiradores bajo esta sección, el patrono deberá seleccionar y proveer sin costo para el empleado el respirador apropiado según está especificado en la Tabla 1 y deberá asegurarse de que el empleado utilice el respirador provisto.

(ii) El patrono deberá seleccionar respiradores entre aquellos que se hayan aprobado en común como aceptables para protección contra ETO por la Mine Safety and Health Administration (MSHA) y por el National Institute for Occupational Safety and health (NIOSH) bajo las disposiciones del 30 CFR Parte 11.

3. Programa de respirador

Cuando por esta sección se requiera protección respiratoria, el patrono deberá instituir un programa de respiración, conforme con las secciones (b)(d)(e) y (f) del 29 CFR 1910.134.

4. Equipo y ropa de protección

Cuando haya contacto de la piel o los ojos con ETO líquido o soluciones de ETO, el patrono deberá seleccionar y proveer, sin costo para el empleado ropa u otro equipo de protección adecuado de acuerdo con el 29 CFR 1910.132 y 1910.133 para proteger cualquier área del cuerpo que pueda entrar en contacto con ETO líquido o ETO en solución y deberá asegurarse, de que el empleado utilice la ropa y el equipo de protección provisto:

h. Situaciones de emergencia

1. Plan escrito

- (i) Deberá desarrollarse un plan escrito para situaciones de emergencia para cada sitio de trabajo donde haya la posibilidad de ocurrir una emergencia. Durante la emergencia deberán implantarse partes adecuadas del plan.

(ii) El plan deberá establecer específicamente que los empleados comprometidos en corregir las condiciones de emergencia deberán estar equipados con protección respiratoria según lo requiere el párrafo (g) de esta sección hasta que se corrija la emergencia.

(iii) El plan deberá incluir los elementos prescritos en el párrafo 29 CFR 1910.38, "Planes de emergencia para los empleados y planes para prevención de incendios."

2. Alertar a los empleados

Cuando exista la posibilidad de que el empleado se exponga a ETO a causa de una emergencia, deberán desarrollarse medios para alertar con prontitud a los empleados potencialmente afectados por dichos acontecimientos. Los empleados afectados deberán ser evacuados inmediatamente del área en caso de que ocurra una emergencia.

Tabla I. Requisitos Mínimos para Protección Respiratoria para ETO suspendido en el aire.

Condición de uso o concentración de ETO suspendida en el aire PPM	Respirador mínimo requerido
Igual 50 ó menor de 50	(a) Un respirador de máscara completa con filtro para ETO aprobado, colocado al frente o atrás.
Igual a 2,000 ó menor de 2,000	(a) Respirador con suministro de aire a presión positiva, equipado con máscara completa, capucha o casco o (b) Respirador con suministro de aire de circulación continua (presión positiva) equipado con capucha, casco o traje.
Concentración sobre 2,000 ó concentración desconocida (tal como ocurre en las emergencias)	(a) Aparato de respiración completo de presión (SCBA) equipado con máscara completa o

	(b) Respirador de máscara completa con suministro de aire a presión positiva equipado con un aparato de respiración auxiliar completo de presión positiva.
Extinción de incendio	(a) Aparato de respiración completo de presión positiva equipado con máscara completa.
Descargador	(a) Cualquier respirador descrito anteriormente.

NOTA. Está permitido utilizar en concentraciones altas los respiradores aprobados para utilizarse la concentraciones bajas.

(i) Vigilancia Médica

1. General

(i) Empleados cubiertos.

a. El patrono deberá instituir un programa de vigilancia médica para todos los empleados que están o puedan estar expuestos a ETO al nivel de acción o sobre éste, sin considerar el uso de respiradores, por lo menos durante 30 días al año.

b. El patrono deberá hacer posible exámenes y consultas médicas para todos los empleados que en una situación de emergencia han estado expuestos a ETO.

(ii) Exámen por un Médico

El patrono deberá asegurarse de que todos los procedimientos y exámenes médicos estén realizados por o bajo la supervisión de un médico certificado y que se provean sin costo alguno al empleado, sin descuentos a su salario y a una hora y en un lugar razonable.

2. Consultas y exámenes médicos

(i) Frecuencia. El patrono deberá hacer posibles consultas y exámenes médicos para cada empleado que esté cubierto por el párrafo (i)(1)(i) de esta sección sobre el siguiente plan:

a. Antes de asignar al empleado a un área donde la exposición pueda estar en el nivel de acción o sobre éste por lo menos 30 días al año.

b. Por lo menos una vez al año a cada empleado expuesto al nivel de acción o sobre este por lo menos 30 días en el año pasado.

c. Al finalizar el empleo o la reasignación a un área donde la exposición a ETO no esté en el nivel de acción ni sobre éste por lo menos 30 días al año.

d. Según se asigne médicamente para cualquier empleado expuesto durante una emergencia.

e. Tan pronto sea posible, cuando lo notifique el empleado ya sea: 1. que el empleado haya desarrollado signos o síntomas que indiquen posible sobre-exposición a ETO, o; 2. que el empleado desee consejo médico a cerca de los efectos de la exposición actual o pasada a ETO sobre la capacidad de procrear un niño saludable.

f. Si el médico examinador determina que cualquiera de los exámenes deberán proveerse con más frecuencia de la especificada el patrono deberá proveer dichos exámenes a los empleados afectados con la frecuencia que el médico recomienda.

(ii) Contenido.

a. Los exámenes médicos están disponibles según los párrafo (i)(2)(i)(a)-(d) de esta sección deberán incluir:

1. Un historial médico y de trabajo con énfasis dirigido a los síntomas relacionados con los sistemas pulmonar, hematológico, neurológico y reproductivo y con lo ojos y la piel.
2. Un examen físico con énfasis en los sistemas pulmonar, hematológico, neurológico y reproductivo y en los ojos y la piel.
3. Un conteo completo de sangre que incluya por lo menos un conteo de células blancas (que incluya un recuento diferencial de células) conteo de células rojas, hematocito y hemoglobina.
4. Cualquier laboratorio u otro examen que el médico examinador considere necesario por buena práctica médica.

b. El contenido de las consultas o exámenes médicos que estuvieron disponibles de acuerdo con el párrafo (i)(2)(i)(e) de esta sección deberán ser determinado por el médico examinador y deberá incluir prueba de embarazo o evaluación de fertilidad, si lo solicita el empleado y el médico lo considera apropiado.

3. Información provista al médico

El patrono deberá proveer la siguiente información al médico examinador:

- (i) Una copia de esta norma y de los apéndices A, B y C.
- (ii) Una descripción de los deberes de los empleados afectados según se relacionen con la exposición del empleado.
- (iii) El nivel de exposición representativo del empleado o el nivel de exposición anticipado.
- (iv) Una descripción de cualquier equipo respiratorio o de protección personal utilizado o que vaya a utilizarse.

- (v) Información de exámenes médicos previos que se le hayan hecho al empleado afectado y que de otra manera no estaría disponible al médico examinador.

4.. Opinión escrita del médico

- (i) El patrono deberá obtener una opinión escrita del médico examinador. Esta opinión escrita deberá contener los resultados del exámen médico y deberá incluir:

- a. La opinión del médico respecto a si al empleado se le ha detectado alguna condición médica que pueda colocar a éste en un riesgo mayor de deteriorarse su salud física por estar expuesto a ET0;

- b. Cualquier limitación recomendada sobre el empleado o sobre el uso de equipo de protección personal tales como ropa o respiradores; y

- c. Una certificación que indique que el médico ha informado al empleado los resultados del exámen médico y de cualquier condición médica que resulte de la exposición a ET0 a la cual requiera más explicación o tratamiento.

(ii) El patrono deberá indicar al médico que no revele en la opinión escrita que se le entrega al patrono recomendaciones o diagnósticos específicos que no estén relacionados con la exposición ocupacional al ET0.

(iii) El patrono deberá proveer una copia de la opinión escrita del médico al empleado afectado dentro de 15 días desde que la recibió.

(J). Comunicación de los riesgos de ET0 a los empleados

1. Letrero y etiquetas. El patrono deberá colocar y mantener letreros legibles que demarquen las áreas reguladas y las estandas o vías de acceso a las áreas reguladas que tengan la siguiente inscripción:

Peligro

Oxido de Etileno

Riesgo de Cáncer y Riesgo para la Reproducción

Personal Autorizado Solamente

En esta Area se requerirá utilizar Respiradores
y Ropa Protectora

(ii) El patrono deberá asegurar que se adhiera etiquetas de precaución a los recipientes de ET0 cuyos contenidos pueden causar exposición de los empleados al nivel de acción o sobre este, y que las etiquetas permanezcan adheridas cuando los recipientes

de ETO estén fuera del lugar de trabajo. Para propósitos de este párrafo no se consideran envases los recipientes de reacción, tanques de almacenamiento y tuberías o sistemas de tuberías. Las etiquetas deberán cumplir con los requisitos del párrafo 29 CFR 1910.1200(f) de la norma de Comunicación de Riesgo de OSHA y deberán incluir el siguiente aviso:

- a. Precaución
Contiene Oxido de Etileno
Riesgo de Cancer y para la
Reproducción
- b. Una declaración de advertencia
contra respirar concentraciones de
ETO suspendidas en el aire.

2. Hojas de datos de seguridad del material

Los patronos que son fabricantes o importadores de ETO deberán cumplir con los requisitos relacionados con el desarrollo de las hojas de datos de seguridad del material según se especifica en el párrafo 29 CFR 1910.1200 (g) de la norma de Comunicación de Riesgo de OSHA.

3. Información y Adiestramiento

El patrono deberá proveer a los empleados que están potencialmente expuestos a ETO al nivel de acción o sobre éste con información y adiestramiento sobre ETO en el

momento de la asignación inicial y de ahí en adelante por lo menos una vez al año.

(ii) Se le deberá informar a los empleados lo siguiente:

a. Los requisitos de esta sección con una explicación de su contenido, incluyendo los Apéndices A y B.

b. Cualesquier operaciones en su área de trabajo donde haya ETO;

c. La localización y disponibilidad de la norma final escrita sobre ETO; y

d. El programa de vigilancia médica que requiere el párrafo.

(i) De esta sección con una explicación de la información que aparece en el Apéndice C.

(iii) El adiestramiento para el empleado deberá incluir por lo menos:

a. Métodos y observaciones que puedan utilizarse para detectar la presencia o escape de ETO en el área de trabajo (tales como el monitoreo dirigido por el patrono, dispositivos de monitoreo continuo).

b. Los riesgos físicos y a la salud ETO;

c. Las medidas que los empleados pueden tomar para protegerse a si mismos de los riesgos asociados con la exposición a ETO incluyendo los procedimientos específicos que el patrono ha implantado para proteger a los empleados de la exposición a ETO, tales como prácticas de trabajo, procedimientos de emergencia y el equipo de protección personal que se utilizará; y

d. Los detalles del programa de comunicación de riesgos desarrollado por el patrono, con una explicación del sistema de rotulan y la forma en que los empleados pueden obtener y utilizar la información apropiada de los riesgos.

(K). Mantenimiento de Registro

1. Información objetiva para operaciones exentas.

(i) Cuando la preparación, uso o manejo de productos que estén hechos de ETO o que contengan ETO estén exentos de otros requisitos de esta sección bajo el párrafo (a)(2) de esta sección o cuando la información objetiva se ha tomado en consideración en lugar del monitoreo inicial que se menciona en el párrafo (d)(2)(ii) de esta sección, el patrono deberá establecer y mantener un expediente completo de la información objetiva que cuente razonablemente con el apoyo de la exención.

(ii) El expediente deberá incluir por lo menos la siguiente información:

- a. Si el producto califica para exención;
- b. La fuente de la información objetiva;
- c. El protocolo de prueba, resultados de la prueba y/o análisis del material para la emanación de ETO;
- d. Una descripción de la operación exenta y de cómo la información sostiene la exención;
y
- e. Otra información de interés para las operaciones, materiales, preparación o exposiciones de los empleados cubiertos por la exención.

(iii) El patrono deberá mantener este expediente mientras confie en tales datos objetivos.

2. Medidas de exposición

El patrono deberá mantener un expediente preciso de todas las medidas que se tomaron para supervisar la exposición del empleado a ETO según está establecido en el párrafo (d) de esta sección.

(ii) Este expediente deberá incluir por lo menos la siguiente información:

- a. La fecha de la medida;
 - b. La operación que incluye exposición a ETO y que se estaba monitoreando;
 - c. Muestreos, y métodos analíticos utilizados y evidencia de su precisión;;
 - d. Número, duración y resultados de las muestras tomadas;
 - e. Tipo de los dispositivos de protección utilizados, si alguno; y
 - f. Nombre, número de seguro social y de la exposición de los empleados cuya exposiciones estan representadas.
- (iii) El patrono deberá mantener este expediente por lo menos treinta (30 años de acuerdo con el 29 CFR 1910.20.

3. Vigilancia Médica

El patrono deberá establecer y mantener un expediente completo para cada empleado que esté sujeto a vigilancia médica según lo establece el párrafo (i)(1)(i) de esta sección conforme con el 29 CFR 1910.20.

- (ii) El expediente deberá incluir por lo menos la siguiente información:
- a. El nombre y número de seguro social de empleado;

b. Las opiniones del médico escritas.

c. Cualesquier querellas médicas del empleado que estén relacionadas con la exposición a ET0; y

d. Una copia de la información que se le proveyó al médico según lo requiere el párrafo (i)(e) de esta sección.

4. Disponibilidad

El patrono, si se lo solicitan por escrito, deberá tener todos los expedientes que conformes a esta sección se requiere que se mantengan disponibles para el Secretario Auxiliar y para el Director para exámen y copia.

(ii) El patrono, si se lo solicitan, deberá tener disponibles cualquier exención y cualquier expediente de exposición que requieran los párrafo (1)(1) y (1)(2) de esta sección para exámen y copia para los empleados afectados, ex-empleados, representantes designados y para el Secretario Auxiliar de acuerdo con el 29 CFR 1910.20 (a)-(e) y (g)-(i).

(iii) El patrono, si se lo solicitan, deberá tener disponible los expedientes médicos que requiere el párrafo (k)(3) de esta sección para que los examine y copie el empleado afectado, cualquier persona que tenga el

consentimiento escrito y específico del empleado afectado y el Secretario Auxiliar de acuerdo con el 29 CFR 1910.20.

5. Transferencia de expedientes

(i) El patrono deberá cumplir con los requisitos relacionados con la transferencia de expedientes establecidos en el 29 CFR 1910.20 (h).

(ii) Siempre que le patrono deje de hacer negocio y no haya un patrono sucesor para recibir y retener los expedientes durante el período de tiempo prescrito, el patrono deberá notificar al Director por lo menos 90 días antes de desecharlos y enviarlos al Director.

(L). Observación del Monitoreo

1. Observación del empleado

El patrono deberá proveer a los empleados afectados o a sus representantes designados una oportunidad para observar cualquier monitoreo de la exposición de los empleados a ETO dirigida de acuerdo con el párrafo (d) de esta sección.

2. Procedimientos de Observación

Cuando observan el monitoreo de la Exposición del empleado a ETO requiera entrar en un área donde se requiera utilizar ropa o equipo protector, se le deberá proveer al observador dicha ropa y equipo y se le requerirá que lo utilice y deberá cumplir con todos los otros procedimientos aplicables sobre seguridad y salud.

(M). Fechas

1. Fecha de efectividad

Esta sección deberá ser efectiva el 21 de agosto de 1984.

2. Fechas de comienzo

(i) Los requisitos de los párrafos (c) hasta el (l) de esta sección, incluyendo controles de prácticas de trabajo factibles pero sin incluir los controles de ingeniería que se especifican en el párrafo (f)(1), deberán cumplirse dentro de los ciento ochenta (180) días después de la fecha de efectividad de esta sección.

(ii) Los controles de ingeniería que especifica el párrafo (f)(1) de esta sección deberán implantarse dentro de un (1) año después de la fecha de efectividad de esta sección.

(N). Apéndices

La información que aparece en los apéndices no pretende crear por si sola obligaciones adicionales no de otro modo imponer o detractar alguna obligación existente.

Apéndice A - Hoja de datos de Seguridad de la
Substancia para Oxido de Etileno

I. Identificación de la Substancia

- A. Substancia : Oxido de etileno (C2 H4 O).
- B. Sinónimos : Dihidroxireno, óxido de Dimetileno, EO,
1,2 -
epoxietano, ETO, Oxaciclo propano,
Oxano, Oxidoetano, Alfa/beta -
oxidoetano, oxiran, oxirano.
- C. El óxido de etileno puede encontrarse como líquido o vapor.
- D. El ETO se utiliza en la fabricación de etilenglicol, agentes activos de superficie, etanolaminas, éter de glicol y otros compuestos químicos orgánicos. El ETO también se utiliza como esterilizante o fumigante.
- E. Apariencia y Olor: Líquido incoloro bajo 10.7 oC (51.3 oF) o gas incoloro con olor similar al del éter detectado a aproximadamente 700 partes de ETO por partes por millón de aire (700 ppm).

- F. Exposición permisible: La exposición no excederá 1 parte de ETO por partes por millón de aire promediado sobre un día de trabajo de 8 horas, tampoco puede la exposición a costo término exceder las 10 partes de ETO por partes por millón de aire promediado sobre un período de 15 minutos.

II. Información sobre Riesgos a la Salud

- A. Si se inhala el vapor del óxido de etileno, si hace contacto con los ojos o la piel o si se traga puede causar daños al cuerpo.

- B. Efectos de sobreexposición:

1. El óxido de etileno en forma líquida puede causar irritación a los ojos y daños a la correa, congelación e irritación severa y ampollas en la piel por contacto prolongado o reducido. Ingerir ETO puede causar irritación gástrica y daño al hígado. Los efectos agudos causados por inhalación vapores de ETO incluyen irritación respiratoria y daño al pulmón, dolor de cabeza, náusea, vómitos, diarrea, respiración corta y cianosis (piel color azul o violeta). La exposición también se ha asociado con la ocurrencia de cáncer, efectos en la reproducción, cambios mutagénicos, neuro toxicidad y sensibilización.

2. Se ha probado que el ETO causa cáncer en los animales de laboratorio y se ha asociado con alta incidencia de cáncer en los humanos. Por exposición a ETO puede ocurrir también efectos reproductivos adversos y daños en los cromosomas.

a. Informe de signos y síntomas Usted debe informar a su patrono si desarrolla algún signo o síntoma y sospecha que son causados por exposición a ETO.

III. Procedimientos de Primeros Auxilios para Emergencia

- A. Exposición de los Ojos: Si le cae ETO en los ojos, lávelos inmediatamente con abundante cantidad de agua, levantando los párpados inferiores y superiores. Obtenga atención médica inmediatamente. Cuando esté trabajando con esta sustancia química no debe utilizar lentes de contacto.
- B. Exposición de la piel: Si le cae ETO en la piel, lave inmediatamente con agua la piel contaminada. Si se le moja la ropa con ETO, en particular los zapatos, quítese la ropa inmediatamente y lave la piel con agua, utilizando una ducha intensa de emergencia. Obtenga atención médica inmediatamente. Lave bien la ropa contaminada antes de reusarla. No se deben reutilizar los zapatos de piel contaminados u otros artículos de piel; deben desecharse.

- C. Inhalación: Si se inhalan grandes cantidades de ETO, la persona expuesta deberá moverse a un lugar donde haya aire fresco. Si ha dejado de respirar, realice resucitación cardiopulmonar. Mantenga a la persona afectada caliente y en reposo. Obtenga atención médica inmediatamente.
- D. Ingestión. Cuando se haya tragado ETO, dar inmediatamente a la persona grandes cantidades de agua. Después que haya tragado el agua, trate que la persona vomite haciendo que se toque la parte de atrás de la garganta con uno de sus dedos. No haga que vomite una persona que esté inconsciente. Obtenga atención médica inmediatamente.
- E. Rescate. Mueva a la persona afectada de la exposición peligrosa. Si la persona expuesta ha superado la condición, intente rescatarla sólo después de notificar por lo menos a otra persona sobre la emergencia y de poner en efecto los procedimientos de emergencia establecidos. No se convierta en una víctima. Entienda sus procedimientos de rescate de emergencia y sepa donde está localizado el equipo de emergencia antes de que surja la necesidad.

IV. Respiradores y Ropa Protectora

- A. Respiradores. Durante las emergencias, se le requerirá utilizar un respirador para realizar las actividades no rutinarias, mientras su patrono está en el proceso de reducir las exposiciones a ETO a través de controles de

ingeniería y cuando los controles de ingeniería no sean factibles. Según la norma que está en vigor, sólo están aprobados para protección contra ETO los respiradores de máscara completa suplidors con aire a presión positiva. Si en el futuro se utiliza respiradores purificadores de aire deberán tener en común una etiqueta de aprobación para utilizar óxido de etileno de la "Mine Safety and Health Administration (MSHA) y el "National Institute for Occupational Safety and Health" (NIOSH). Para una protección efectiva, los respiradores deberán ajustarse perfectamente a la cara y la cabeza. No se deberá soltar ni quitar los respiradores durante situaciones de trabajo; cuando se requiere su uso.

El ETO no tiene un olor perceptible excepto a niveles bien por encima de los límites de exposición permisibles. Si usted puede oler ETO mientras utiliza un respirador salga inmediatamente a un lugar donde haya aire fresco. Si usted tiene dificultad para respirar mientras utiliza un respirador, dígaselo a su patrono.

- B. Ropa Protectora: Se le puede requerir usar ropa impermeable, guantes, máscara para la cara u otra ropa protectora adecuada para prevenir el contacto de la piel con el ETO o con soluciones que contengan ETO. Cuando se requiera ropa protectora, su patrono deberá proveerle ropas limpias según sea necesario para asegurarse de que la ropa lo protege adecuadamente. Reponga o repare la ropa protectora que se ha roto o dañado de alguna manera.

Nunca se permitirá que permanezca el ETO en la piel. Tampoco se permitirá que la ropa y los zapatos que no son impermeables a ETO se contaminen con éste, si esto sucede la ropa debe quitarse y descontaminarse con prontitud. Deben desecharse los zapatos de piel que estén contaminados. Una vez penetre ETO en zapatos u otros artículos de piel, estos no deben, utilizarse de nuevo.

- C. Protección para los ojos: Usted deberá utilizar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras en áreas donde el ETO líquido o soluciones que contengan ETO hagan contacto con los ojos. Tampoco deben utilizarse lentes de contacto en áreas donde los ojos puedan entrar en contacto con el ETO.

V. Precauciones para el Uso, Manejo y Almacenamiento seguro

- A. El ETO es un líquido inflamable y sus vapores pueden fácilmente forman mezclas explosivas en el aire.
- B. El ETO debe almacenarse en recipientes bien cerrados, en un área fresca bien ventilada, lejos del calor, chispas, llamas, oxidantes fuertes, alcalinos y ácidos, bases fuertes, metales que formen acetiluro tales como cobre, plata, mercurio y sus aleaciones.
- C. Donde se maneje, utilice o almacene el ETO en una forma que pueda ocasionar un fuego o un riesgo de explosión se prohibirá la existencia de fuentes de ignición tales como material para fumar, llamas abiertas y algunos dispositivos eléctricos.

- D. Cuando abra o cierre recipientes de metal que contengan ETO, usted debe utilizar herramientas que no chispeen y los recipientes deberán estar asegurados y bien en los momentos poco comunes en los que el ETO líquido es vertido o transferido.
- E. La ropa impermeable que esté mojada con ETO líquido o con soluciones que contengan ETO pueden incendiarse rápidamente. Si usted está utilizando ropa impermeable y se ha salpicado con ETO líquido o con una solución que contenga ETO debe quitarse inmediatamente la ropa debajo de una ducha de emergencia.
- F. Si su piel hace contacto con ETO líquido o con soluciones que contengan ETO debe remover inmediatamente el ETO utilizando una ducha de emergencia.
- G. Usted no debe tener comida, bebidas o material para fumar en las áreas reguladas donde las exposiciones de los empleados estén sobre los límites de exposición permisibles.
- H. Debe haber disponible extintores de fuego y duchas de emergencia para remojados rápidos y se debe saber dónde se encuentran y cómo usarlos.
- I. Pregúntele a su supervisor donde se utiliza el ETO en su área de trabajo y por cualquier otra norma de seguridad y salud establecida en la planta.

VI Acceso a la Información

- A. Se le requiere a su patrono que cada año le provea a usted la información que aparece en esta norma y en los apéndices de ET0. Además su patrono deberá instruirle en las prácticas adecuadas de trabajo para utilizar los procedimientos de emergencia de ET0 y el uso correcto del equipo protector.
- B. Se le requiere a su patrono que determine si usted ha estado expuesto a ET0. Usted o su representante tienen derecho a observar las medidas de los empleados y de registrar los resultados obtenidos. Se le requiere a su patrono que le informe a usted sobre su exposición. Si su patrono determina que usted ha estado sobreexpuesto, se le requiere a éste/ésta que le informe sobre las acciones que se están tomando para reducir su exposición y que la misma esté dentro de los límites de exposición permisibles.
- C. Se requiere que su patrono mantenga expedientes con los datos acerca de sus exposiciones y exámenes médicos. El patrono deberá mantener estos expedientes con la información a cerca de las exposiciones por lo menos treinta (30) años. Los expedientes médicos se mantendrán mientras dure su empleo más treinta (30) años.
- D. Si usted lo solicita por escrito, se requiere que su patrono le provea a su médico o representante designado sus expedientes médicos y de exposiciones.

VII. Uso de ETO como esterilizador en Hospitales y facilidades de Cuidados de Salud

Esta sección del Apéndice A, para propósitos de información expone las recomendaciones de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) para modificaciones en el diseño del sitio de trabajo y la práctica en los hospitales y facilidades de cuidado de salud para los que la Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha inscrito el ETO para usarse como esterilizador o fumigante conforme la ley Federal de Insecticida, Fungicida y Rodenticida, Act 7 U.S.C. 136 et seq. Estas nuevas recomendaciones, publicadas por la EPA en el Federal Register 49 FR 15268 según está modificado en el Register actual pretenden ayudar a reducir la exposición a ETO a la que están expuestos los trabajadores de los hospitales y de los centros de cuidado de salud a 1 ppm. El diseño del sitio de trabajo y las prácticas para el sitio de trabajo que recomendó EPA son como siguen:

1. Diseño de Sitio de Trabajo

- a. Instalación de válvulas manuales para conductos de gas. Las válvulas manuales deberán estar instaladas en los conductores de suministro de gas en la conexión de los cilindros abastecedores para disminuir los escapes durante el cambio de cilindro.
- b. Instalación de cajas de captura. Las operaciones de esterilización producen una descarga de gas/agua al finalizar el proceso. Esta descarga es conducida rutinariamente a un desagüe de piso que está localizado

generalmente en un equipo o habitación adyacente. Cuando el desagüe de piso no está en la misma habitación del esterilizador y los trabajadores no están presentes normalmente, todo lo que se necesita es que la habitación esté bien ventilada.

Se requerirá que se instale una "caja de captura" en aquellos lugares de trabajo donde el desagüe de piso esté localizado en la misma habitación donde está el esterilizador o en una habitación donde los trabajadores estén normalmente presentes. Una "caja de captura" es una pieza de equipo que incluye el desagüe de piso cuando se bombea la descarga del esterilizador. La "caja de captura" descarga directamente a un sistema de aplicado de ventilación o a un sistema que no sea de recirculación. Debe dejarse una cantidad de aire suficiente en el fondo de la caja para manejar el volumen de aire que se ventila de la parte superior de la caja. La "caja de captura" puede hacerse de metal, plástico, madera u otro material equivalente. La caja tiene la finalidad de reducir los niveles de ETO que se descargan en la atmósfera del sitio de trabajo. No se requiere que se utilice una "caja de captura" si: (1) la bomba de vacío donde descarga el desagüe del piso está localizada en un equipo bien ventilado u otra habitación donde los trabajadores no estén presentes normalmente o (2) la bomba de vacío con cierre hidráulico descarga directamente a un conducto de desagüe cerrado fuertemente (cotéje los códigos de plomería local).

Si no es práctico instalar una "caja de captura" ventilada y no es factible que haya un equipo u otra habitación bien ventilada, puede utilizarse desagüe de piso si: (1). El desagüe de piso está localizado en una habitación donde los trabajadores normalmente no están presentes y no se puede filtrar ETO a un área ocupada, y (2). el esterilizador que se está usando tiene una capacidad menor de 12 pies cúbicos. (cotéje los códigos de plomería local).

- c. Ventilación de unidades de aereación existentes.
Las unidades existentes deberán desahogar en un sistema que no recircule o sistema que aplique o en un equipo u otra habitación donde normalmente los trabajadores no estén presentes y que sea bien ventilado. Las unidades del aereador deberán estar colocadas lo más cerca posible del esterilizador para disminuir la exposición al mal olor de los artículos esterilizados.

- (ii) Instalación de unidades aereadoras nuevas (donde no existían). Las unidades aereadoras nuevas deberán descargar según se describe anteriormente para los aereadores existentes. Los aereadores deberán estar en su lugar para el 1ro de julio de 1986.

d. Ventilación durante el cambio de cilindro. Los trabajadores pueden estar expuestos a niveles cortos pero relativamente altos de ET0 durante el cambio de cilindros de gas. Para reducir la exposición a esto, los usuarios deberán seleccionar una de las tres alternativas designadas para eliminar el gas que puede escaparse cuando esté desconectada la línea que va del esterilizador al cilindro:

(i). Localizar los cilindros en una sala de equipo bien ventilada o en otra sala donde los trabajadores no estén presentes normalmente.

(ii) Instalar una manguera flexible (de por lo menos 4" de diámetro) a un sistema de ventilación que aplique o un sistema que no recircule el aire y localizado en el área de cambio del cilindro de manera que la manguera pueda colocarse en el punto donde el conducto de gas esterilizador se desconecte del cilindro.

(iii) Instalar una cubierta que sea parte de un sistema que aplique o de un sistema que no recircule y colocarlo a no más de un pie sobre el punto donde se lleva a cabo el cambio de cilindros.

- e. Ventilación del área de la puerta del esterilizador. Una de las fuentes mayores de exposición a ETO ocurre cuando la puerta del esterilizador se abre al completar el proceso de esterilización. Con el propósito de reducir esta vía de exposición deberá instalarse una caperuza o un escudete de metal cerrado sobre cada extremos de la puerta del esterilizador. La caperuza o escudete de metal deberá estar conectado a un sistema de ventilación que aplique, a un sistema de ventilación que no recircule, o a uno que expulse los gases a un equipo bien ventilado o a otra habitación donde los trabajadores no estén presentes normalmente se requiere que se utilice una caperuza o un escudete sobre la puerta del esterilizador, aún con aquellos esterilizadores que tienen un ciclo para purificar y deberán estar en su lugar para el lro de julio de 1986.
- f. Ventilación de la válvula de desahogo del esterilizador. Los esterilizadores etán típicamente equipados con un dispositivo de desahogo y de seguridad para soltar el gas en caso de que haya presión excesiva en el esterilizador. Por lo general, se utilizan tales dispositivos disparadores en recipientes a presión. Aún cuando estos dispositivos disparadores a de presión raras veces se abren para los esterilizadores de centros de cuidados de salud y de hospitales, se ha sugerido que éstos se diseñen para que expidan el vapor de esterilizador a través de una de los siguientes métodos:

- (i) A través de una tubería conectada a la salida de la válvula de desahogo ventilada directamente al exterior en un punto lo suficientemente alto como para que pase lejos de las personas que transitan el área, lejos de cualquier ventana que abra, o cerca de un acondicionado de aire o de entradas de ventilación de aire.
 - (ii) A través de una conexión para un sistema de ventilación que aplique o que no recircule ya sea nuevo o que esté instalado con anterioridad.
 - (iii) A través de una conexión a un equipo bien ventilación u otra habitación donde los trabajadores no estén presentes normalmente.
- g. Sistemas de ventilación. Cada hospital y centro de servicio de salud que se vea afectado por este aviso que indica que utilizan ETO para esterilizar equipo y materiales menores de trabajo deberá tener un sistema de ventilación que permita que se cumplan con los requisitos de la sección (b) hasta la (f) en la forma en que esta descrito en estas secciones y dentro el período de tiempo permitido. Por lo tanto, cada hospital o centro de cuidado de salud afectado deberá tener o instalar un

equipo de ventilación que aplique o que no recircule u otra habitación donde normalmente los empleados no estén presentes a través del cual pueda salir el ETO.

- h. Instalación de Sistemas de Alarmas. Deberá instalarse un sistema de alarma con indicador visual y audible para alertar al personal cuando falla el sistema de ventilación, esto es cuando no está trabajando el motor del abanico de ventilación.

2. Prácticas en el sitio de trabajo. Todas las prácticas en el sitio de trabajo discuten en esta unidad deberán colocarse permanentemente cerca de la puerta de cada esterilizador antes de que lo utilice operador alguno.

- a. Cambio de los filtros de las mangueras de abastecimiento. Los filtros de la manguera de líquido esterilizador deberán cambiarse cuando sea necesario mediante el siguiente procedimiento:

- (i) Cierre la válvula del cilindro y la válvula de la manguera.

- (ii) Desconecte la manguera del cilindro (tubería) del cilindro.

- (iii) Abra la válvula con rosca para manguera y purgue despacio en un sistema de ventilación adecuado que esté en o cerca de los cilindros de abastecimientos que estén en uso.

- (iv) Desocupe el área hasta que la manguera esté vacía.
- (v) Cambie el filtro.
- (vi) Reconecte las mangueras e invierta la posición de la válvula.
- (vii) Coteje las mangueras, filtros y válvulas para determinar si hay escapes con un detector de filtraciones de fluorocarbón (para aquellos esterilizadores que usan 88 por ciento de clorofluorocarbón, 12 por ciento de mezcla de óxido de etileno (12/88)).

b. Área con acceso restringido

- (i) Las áreas que incluyen el uso de ETO deberán designarse como áreas con acceso restringido. Estas deberán identificarse con letreros o marcas en el piso cerca de la puerta de esterilizador, aereador, el desagüe de la bomba de vacío en el piso, y del almacenaje de los cilindros que están en uso.
- (ii) Se deberá excluir del área restringida a todo el personal, cuando se estén llevando a cabo operaciones tales como descargar una bomba de vacío, vaciar una manguera de líquido esterilizador o desahogar un esterilizador sucio que no tenga la puerta cerrada por

completo u otras operaciones donde se pueda emitir ETO directamente a la cara de los trabajadores.

c. Procedimientos para abrir la puerta.

- (i) Esterilizadores con ciclos para limpiar. Una carga que se trate en un equipo esterilizador que tenga un ciclo de limpieza deberá removerse inmediatamente al completarse el ciclo (sin perder tiempo en cerrar la puerta cuando se haya completado el ciclo). Si no se hace ésto, deberá repetirse el ciclo de limpieza antes de abrir la puerta.
- (ii) Esterilizadores sin ciclos de limpieza. Para una carga que sea tratada en un esterilizador que no esté equipado con el ciclo de limpieza, la puerta del esterilizador deberá estar entreabierta por lo menos 6" durante 15 minutos y luego abierta por completo durante otros 15 minutos antes de remover la carga tratada. La duración de tiempo del segundo período deberá establecerse por monitoreo máximo durante una hora después de los dos períodos de 15 minutos sugeridos. Si el nivel está sobre una concentración promedio de durante un período de tiempo de 8 horas añadirsele más tiempo al segundo período de espera (con la puerta bien abierta). Sin embargo, por ningún motivo debe acortarse el segundo período de tiempo a menos de 15 minutos.

d. Procedimientos para descargar la cámara.

(i) Los procedimientos para descargar la cámara deberán incluir el uso de cestas o carretones móviles o de cestas y mesas móviles para transferir rápidamente las cargas tratadas, y de este modo evitar el contacto excesivo con los artículos tratados y reducir la duración de las exposiciones.

(ii) Si se utilizan carretones móviles deberán ser halados y no empujados por los operadores del esterilizador para evitar exposición al desprendimiento de gas del electrodo.

e. Mantenimiento. Deberá instituirse y mantenerse un registro escrito que informe la fecha en la cual se detectó el escape o fuga y cualquier procedimiento de mantenimiento que no se llevó a cabo. Esta es una práctica de uso de que se sugiere y no un requisito.

(i) Detección de fuga. Cada dos semanas el personal de mantenimiento deberá cotejar si hay fugas en las juntas de la puesta del esterilizador, la tubería de la aspiradora y del cilindro, las mangueras, los filtros y las válvulas con un detector de fugas de fluorocarbón bajo presión completa sistemas 12/88). También se deberá cotejar las conexiones de la tubería del cilindro después de cambiar los cilindros. Se deberá prestar

atención particular en la detección de escape a las válvulas de solenoide automáticas que controlan el flujo de ETO al esterilizador. Deberá cotejarse específicamente en el puerto de entrada del conducto de gas de ETO, mientras la puerta del esterilizador esté abierta y las válvulas de solenoide estén cerradas.

- (ii) Procedimientos de mantenimiento. Se deberán reemplazar cuando sea necesario según lo determine el personal de mantenimiento en sus cotejos bisemanales las juntas de la puerta del aereador/esterilizador, válvula y ajustes, además un operador dirigirá diariamente las inspecciones visuales de las juntas de las puertas para ver si tienen grietas, desechos u otras sustancias extrañas.

Apéndice B - Pautas Técnicas de Substancias para Oxido de Etileno

I. Datos Químicos y Físicos

A. Identificación de la Substancia:

- 1. Sinónimos: dihydrooxireno, óxido dimetileno, EO, 1,2-epoxietano, ETO ETO ofaciclopsopano, oxano, oxidaetano, alfa/beta, oxiran, oxirano.

2. Formula: (C₂ H₄ O).

3. Peso molecular: 44.06

B. Datos físicos

1. Punto de ebullición (760 mm. Hg): 10.70 oC (51.3 oF);

2. Gravedad específica (agua=1): 0.87 (a 20 oC o 68 oF)

3. Densidad del Vapor (aire=1): 1.49;

4. Presión del Vapor (a 20 oC); 1,095 mm Hg;

5. Solubilidad en agua: completa;

6. Apariencia y olor: líquido incoloro; gas a una temperatura sobre 10.7 oF ó 51.3 oC con olor a esten sobre 700 ppm.

II. Datos sobre Riesgos de Fuego, Explosión y Reactividad.

A. Fuego

1. Punto de inflamación: menor de 0 oF (copia abierta)

2. Estabilidad: se descompone violentamente a temperaturas sobre 800 oF.

3. Límites inflamables en el aire, porciento por volumen:
inferior: 3, superior: 100;

4. Medio de extinción: Dióxido de carbono para fuegos pequeños, espuma de polímero o alcohol para fuegos grandes;
5. Procedimientos especiales para combatir incendios: Dilución de óxido de etileno con 23 volúmenes de agua lo hace no inflamable.
6. Riesgos de explosión y fuegos extraordinarios: Los vapores de ETO pueden quemarse sin la presencia de aire u otros oxidantes. Los vapores de ETO son más pesados que el aire y pueden viajar a lo largo de la tierra y encenderse por llamas abiertas o chispas que estén lejos del lugar donde se esté usando ETO.
7. Con el propósito de cumplir con los requisitos del 29 CFR 1910.106, se ha clasificado el ETO como un gas inflamable. Por ejemplo, 7,500 ppm, aproximadamente una cuarta parte del límite inflamable inferior puede considerarse como un riesgo potencial de explosión y fuego.
8. Con el propósito de cumplir con el 29 CFR 1910.155 el ETO se ha clasificado como un riesgo de fuego Clase B.
9. Con el propósito de cumplir con el 29 CFR 1919.307 las localizaciones clasificadas como de riesgo debido a que hay ETO presente deberán ser Clase I.

B. Reactividad

1. Condiciones que contribuyen a la inestabilidad: El ETO puede polimerizarse violentamente si se contamina con alcalinos acuosos; aminas, ácidos minerales, cloruro de metal u óxidos de metal. Pueden ocurrir descomposiciones violentas a temperaturas sobre los 800 oF;
2. Incompatibilidades: Alcalinos y ácidos;
3. Productos de descomposición peligrosa: monóxido de carbono y bióxido de carbono.

III. Procedimientos para Derrames, Fugas y Desechar

- A. Si se derrama o hay escape de ETO, deben tomarse los siguientes pasos:
 1. Remover todas las fuentes de ignición
 2. Se debe evacuar el área en seguida y se volverá a entrar sólo después y que se haya ventilado completamente y lavado con agua el área.

B. Las personas que no utilizan el equipo protector adecuado no deberán estar en las áreas donde haya derrames o escapes hasta que se haya completado la limpieza.

C. Métodos para desechar desperdicios: El material de desecho deberá deshacerse en una forma que no sea peligrosa para los empleados o la población general. Al seleccionar el método para desechar los desperdicios, deberán consultarse los reglamentos Federales Estatales y Locales que apliquen.

IV. Procedimientos para monitoreo y medición

A. Exposición sobre el Límite de Exposición Permisible:

1. Evaluación de una exposición de Ocho horas: Las medidas que se tomaron con el propósito de determinar la exposición del empleado bajo esta sección, se logran mejor si se toman muestras consecutivas que cubran la jornada completa. Las muestras de aire deberán tomarse en la zona de respiración del empleado (aire que puede representar el que inhala el empleado)

2. Técnicas de monitoreo: el muestreo y análisis según lo requiere esta sección puede realizarse al recoger el vapor de ETO en tubos de adsorción por carbón vegetal u otros tubos de adsorción compuestos con análisis químicos subsecuentes. El muestreo y los análisis según lo requiere esta sección puede realizarse también con instrumentos tales como sistemas de monitoreo continuos en tiempo real, instrumentos portátiles de lectura directa o dosímetros pasivos mientras se estén tomando las medidas con estos métodos que evalúan con precisión la concentración de ETO en las zonas de respiración de los empleados. El Apéndice D describe los métodos de muestreo y análisis validado que han sido probados por OSHA para usarse con ETO. En el Apéndice D también se describen otros métodos que están disponibles. El patrono tiene la obligación de seleccionar un método de monitoreo que cumpla con los requisitos de exactitud y precisión de la norma bajo las condiciones particulares de su campo. La norma requiere que el método de monitoreo deberá ser preciso, para un nivel confidencial de 95 por ciento, hasta más o menos 25 por ciento para concentraciones de ETO a 1 ppm, y hasta más o menos 35 por ciento para concentraciones a 0.5 ppm. Además del método que se describe en el Apéndice D, hay disponible numerosos métodos para monitorear ETO en el sitio de trabajo. Los detalles sobre estos otros métodos han sido sometidos por varias compañías al expediente de reglamentación y están disponibles en la Oficina de Expedientes de OSHA.

- B. Ya que muchos de los deberes relacionados con la exposición de los empleados dependen de los resultados de los procedimientos de medición. los patronos deberán asegurar que la evaluación de las exposiciones de los empleados sea realizada por personal técnico calificado.

V. Equipo y ropa Protectora

A los empleados se le deberá proveer y requerir que utilicen ropa protectora adecuada dondequiera que haya contacto potencial significativo de la piel con ET0 líquido o con soluciones que contengan ET0. La ropa protectora deberá incluir trajes de trabajo de una sola pieza impermeables o ropa de trabajo similar que cubra todo el cuerpo, guantes y protectores para la cabeza adecuadas para proteger las áreas del cuerpo que puedan entrar en contacto con ET0 líquido o soluciones que contengan ET0.

Los patronos deberán cerciorarse que las piezas protectoras sean impermeables a ET0. No debe permitirse que se contaminen con ET0 líquido la ropa permeable, los artículos hechos de goma y los zapatos de piel. Si la ropa permeable se contamina, debe quitársela inmediatamente y meterse bajo una ducha de emergencia. Si los zapatos de piel u otros artículos de piel se mojan con ET0 deben desecharse y no usarse de nuevo porque la piel absorbe el ET0 y lo retiene en la piel de la persona.

Debe repararse o reemplazarse cualquier ropa protectora que se encuentre dañada o defectuosa. Debe proveerse al empleado según sea necesario para asegurar su protección con ropa

protectora limpia. Cuando la ropa impermeable se moja con ETO líquido debe lavarse con agua antes de quitarsela el empleado. Se requiere también que los empleados usen gafas de seguridad a prueba de salpicaduras donde haya alguna posibilidad de que el ETO haga contacto con los ojos.

VI. Precauciones Misceláneas

- A. Almacene el ETO en recipientes cerrados herméticamente, en un área fresca, bien ventilada y tome todas las precauciones necesarias para evitar cualquier riesgo de explosión.
- B. Deberán utilizarse herramientas que no desprendan chispas para abrir y cerrar recipientes de metal. Estos recipientes deberán estar puestos a tierra y asegurados.
- C. No iniciere los cartuchos de ETO, tanques u otros recipientes.
- D. Los patronos deberán advertir a los empleados de todas las áreas y operaciones donde ocurren exposiciones a ETO.

VII. Operaciones comunes

Las operaciones comunes en las que es probable que ocurran exposiciones a ETO son las siguientes: Fabricación de ETO, agentes activos de superficie, etanolaminas, éter - glicol,

substancias químicas especiales y cuando se usan como esterilizadores en el hospital, productos de salud e industriales de especias.

Apéndice C - Pautas de Vigilancia Médica para Oxido de Etileno

I. Ruta de Entrada

Inhalación

II. Toxicología

La evidencia clínica de los efectos adversos asociados con la exposición a ETO se ve en la aumentada incidencia de cáncer en animales de laboratorio (leucemia, estómago, cerebro), mutación en la progenie de los animales y resorciones y abortos espontáneos en las poblaciones de animales y humanos respectivamente. Lo que se ha descubierto en humanos y animales y experimento expuestos a concentraciones de ETO suspendidas en el aire indican también daños al material genético (DNA). Estos incluyen alquilación de hemoglobina, síntesis "sin programación" de DNA, aberración cromosómica de intercambio de cromátide fija y anormalidades funcionales del esperma.

El óxido de etileno en forma líquida puede causar irritación en los ojos y daño a la córnea, congelación, irritación severa y ampollas en la piel por contacto prolongado y directo. Ingerir ETO puede causar irritación gástrica y daño al hígado. Otros efectos causados por inhalar vapores de ETO son irritación respiratoria, daños en el pulmón, dolor de cabeza, náusea, vómitos, diarrea, disnea y cianosis.

III. Signos y Síntomas de Sobreexposición Aguda

Los primeros efectos de una sobreexposición aguda a ETO son náusea y vómitos, dolor de cabeza e irritación de los ojos y vías respiratorias. El paciente puede sentir un "sabor peculiar" en la boca. Los efectos retardados pueden incluir edema pulmonar, mareos, debilidad y falta de coordinación. Los estudios sugieren que cambios en las células de la sangre, un aumento en las aberraciones de los cromosomas y abortos espontáneos pueden estar causalmente relacionados con sobreexposiciones agudas a ETO.

El contacto de la piel con ETO líquido o gaseoso causa quemaduras características y posiblemente una sensibilización tipo alergia. El edema y el eritema que surgen del contacto de la piel con ETO se desarrolla en vesículas con una tendencia a fundirse en ampollas con descamación. La curación ocurre dentro de tres semanas, pero puede haber un residuo de pigmentación marrón. Una solución al 40 - 80 % es extremadamente peligrosa, causa una flictenas extensas después de un breve contacto. El ETO líquido puro causa congelación por su rápida evaporación. En contraste, el ojo es relativamente insensible al ETO, pero puede haber alguna irritación en la cornea.

Los efectos agudos que más se reportan por exposición ocupacional a ETO se deben a contacto con ETO en la fase líquida. El líquido penetra fácilmente la goma y el cuero y puede producir ampollas si no se quitan la ropa a los zapatos contaminados con ETO.

IV. Vigilancia y Consideraciones Preventivas

Según se indicó anteriormente se ha vinculado la exposición al ETO con un aumento en el riesgo de contraer cáncer y efectos reproductivos que incluyen disminución de la fertilidad masculina, toxicidad fetal y abortos espontáneos. Las personas que trabajan con ETO están más expuestas a tener daños en los cromosomas que grupos similares que no estén expuestos a ETO. Al presente, los estudios limitados sobre los efectos crónicos que causan la exposición de ETO en los humanos sugieren una asociación casual con la leucemia. Los estudios realizados en animales indican también leucemia y cáncer en otras partes (cerebro, estómago)). El médico estar atento de los hallazgos de estos estudios al evaluar la salud de los empleados expuestos a ETO.

Actualmente no existen las pruebas de selección adecuadas para determinar el potencial del empleado para desarrollar enfermedades crónicas serias como el cáncer por exposición a ETO. Sin embargo, las pruebas de laboratorio pueden dar evidencia que sugiera que un empleado está potencialmente sobreexpuesto a ETO. Para el médico es importante familiarizarse con las condiciones operantes en las que puede ocurrir exposición a ETO. El médico también deberá familiarizarse con los signos y síntomas que indican que el trabajador está expuesto a ETO. Estos elementos son especialmente importantes al evaluar el historial médico y de trabajo; y al llevar a cabo el examen médico. Cuando el médico identifica una exposición inaceptable en un empleado activo, las medidas tomadas por el patrono para disminuir la exposición debe también reducir el riesgo de consecuencias serias a largo término.

Se le requiere al patrono que establezca un programa de vigilancia médica para todos los empleados que están o pueden estar expuestos a ET0 a o sobre el nivel de acción (0.5 ppm) por lo menos 30 días por año, sin hacer caso del uso de respirador. Todos los exámenes y procedimientos deberán llevarse a cabo por o bajo la supervisión de un médico con licencia en un tiempo y lugar razonable para el empleado y libre de costo para éste.

Aún cuando se ha extendido al médico examinador prescribir pruebas específicas que se incluirán en el programa de vigilancia médica, OSHA requiere que se incluyan los siguientes elementos en el examen de rutina:

- (i) Historial médico y de trabajo con énfasis especial dirigido a los síntomas relacionados con los sistemas pulmonar, hematológico, neurológico, reproductivo, a los ojos y a la piel.
- (ii) Examen médico con énfasis particular dirigido a los sistemas pulmonar, hematológico, neurológico, reproductivo, a los ojos y a la piel.
- (iii) Un conteo de sangre completo que incluya, por lo menos, un conteo de células blancas (incluyendo un conteo diferencial de células), conteo de células rojas, hematocritos y hemoglobina.
- (iv) Cualquier prueba de laboratorio u otra prueba que el médico examinador considere necesario como buena práctica médica.

Si el empleado lo solicita, los exámenes médicos deberán incluir prueba de embarazo o evaluación de laboratorio para fertilidad según lo considere necesario el médico.

En ciertos casos, para proveer una buena recomendación médica al patrono y al empleado, el médico deberá evaluar situaciones que no estén relacionadas directamente con ET0. Por ejemplo, puede que los empleados con enfermedades de la piel no estén dispuestos a tolerar el tener que usar ropa protectora. Además, los que tienen enfermedades respiratorias crónicas puede que no toleren utilizar respiradores de presión negativa (purificadores de aire). Otras pruebas y procedimientos que pueden ayudar a que el médico determine cuáles empleados por razones médicas no está dispuestos a utilizar tales respiradores son: Una evaluación de la función cardiovascular, una radiografía de pecho de línea base que se repetirá a intervalos de cinco años y una prueba de función pulmonar que se repetirá cada tres años. La prueba de función pulmonar debe incluir la medida de la capacidad vital forzada del empleado (FVC), volumen expiratorio forzado a un segundo (FEV,) y tanto como calcular las proporciones de FEV, a FVC, y FVC medido y FEV, medido para los valores esperados corregidos por variaciones debidas a la edad, sexo, raza y estatura.

Se le requiere al patrono que tenga disponible las pruebas prescritas por lo menos una vez al año para los empleados que están o pueden estar expuestos a o sobre el nivel de acción, durante 30 ó más días por año; hacerlo más a menudo de lo especificado si el médico examinador lo recomienda y cuando termine el empleo del empleado o se le reasigne a otra área de trabajo. Aunque se conoce poco sobre las consecuencias a largo término de las exposiciones altas a costo término, se considera

prudente examinar de cerca a los empleados afectados a la luz de los datos existentes sobre la salud. El patrono deberá proveer los exámenes recomendados por el médico a cualquier empleado expuesto a ET0 en condiciones de emergencia. De igual manera, el patrono deberá proveer las consultas médicas incluyendo los exámenes recomendados por el médico a los empleados que consideraban que estaban padeciendo signos o síntomas de exposición a ET0.

Se requiere que el patrono provea al médico la siguiente información: una copia de esta norma y sus apéndices, una descripción de los deberes de los empleados afectados según se relacionan con el nivel de exposición del empleado; e información sobre los exámenes médicos previos que se le hicieron al empleado y que no están disponibles para el médico examinador. Proveerle esta información al médico ayudará en la evaluación de la salud del empleado con relación a los deberes asignados y al ajuste del equipo protector personal cuando se requiera.

Se requiere que el patrono obtenga una opinion escrita del médico examinador que contenga los resultados de los exámenes médicos; la opinión del médico respecto a si el empleado tiene detectadas algunas condiciones médicas que puedan colocarlo en un riesgo mayor de deterioro físico (de su salud) por estar expuesto a ET0; cualquier restricción recomendada sobre la exposición del empleado a ET0 o sobre el uso de ropa o equipo protector tales como respiradores; y una declaración que indique que el médico ha informado al empleado sobre los resultados de los exámenes médicos y de cualquier condición médica que requiera más explicación o tratamiento.

Esta opinión escrita no deberá revelar diagnósticos o recomendaciones específicas que no estén relacionadas con la exposición ocupacional al ET0; y deberá proveerse una copia de esta opinión a los empleados afectados.

El propósito de requerir al médico examinador que le supla al patrono una copia escrita de la opinión es proveerle al patrono bases médicas para ayudarlo a determinar la ubicación inicial de los empleados y de evaluar la habilidad del empleado para usar equipo y ropa protectora.

Apéndice D - Métodos Analíticos y de Muestreo para Oxido de Etileno:

Hay disponible un número de métodos para monitorear las exposiciones de los empleados al ET0. La mayoría de estos incluyen el uso de tubos de carbón y bombas de muestreo, seguido del análisis de las muestras tomadas por el cromatógrafo de gas. Las diferencias esenciales entre los métodos de tubos de carbón incluyen, entre otros, el uso de diferentes solventes no absorbentes, el uso de diferentes cantidades de carbón y el uso de equipo diferente para análisis de las muestras.

Además del carbón se ha utilizado para determinar si hay exposición a ET0, métodos que utilicen dosímetros pasivos, bolsas para muestreo de gas, impinger y tubos detectores. Comercialmente hay disponible varios analizadores de gas portátiles y unidades de monitoreo.

Este apéndice contiene detalles del método que ha sido probado en el Laboratorio Analítico de OSHA en Salt Lake City. La inclusión de este método en el apéndice no significa que éste sea el único método satisfactorio. En el expediente de reglamentación hay disponible copias de descripciones de otros métodos existentes y pueden obtenerse en la Oficina de Expedientes de OSHA. Estos incluyen los métodos de la Unión Carbide, Dow Chemical, 3m y DuPont, así como el método S-286 de NIOSH. Estos métodos están descritos brevemente al final de este apéndice.

Los patronos que cuando utilizan los métodos de OSHA u otros métodos de carbón notan que hay problemas con la retrotransmisión el avance de las muestras deberán utilizar tubos de carbón más grandes. Hay disponible tubos de mayor capacidad. Además, las velocidad de gastos bajo y el tiempo de muestreo más cortos pueden ser beneficiosos para minimizar los problemas de retrotransmisión Indistintamente del método que el patrono escoja, deberá estar seguro de la exactitud y precisión del método bajo las condiciones particulares actuales que hayan en su sitio de trabajo.

Oxido de Etileno

Método Núm.: 30

Matriz: Aire

Concentración "blanco": 1.0 ppm (1.8 mg/m³).

Procedimiento: Se recogen las muestras en dos tubos de carbón en series y se desabsorben con 1% CS₂ en benceno. Las muestras se derivan con HBr y se tratan con carbonato de sodio. El análisis se hace a través de cromatografía de gas con un detector de captura de electrón.

Proporción de Muestreo y Volumen de Aire Recomendado: 1 litro y 0.05 Lpm.

Límite de Detección de todo el Procedimiento: 13.3 ppb (0.024 mg/m³) (Basado en una muestra de aire de 1.0 litro)

Límite Cuantitativo Confiable: 52.2 ppb (0.094 mg/m³) (Basado en una muestra de aire de 1.0 litro).

Error Estándar de Estimado: 6.59% (ver sección de Apoyo 4.6).

Requisitos Especiales: Las muestras deberán analizarse dentro de 15 días a partir de la fecha de muestreo.

Estado del método: El muestreo y el método analítico ha estado sujeto a los procedimientos de evaluación establecidos de la Rama de Evaluaciones de Método Orgánico.

Fecha: Agosto de 1981.

Químico: Vayne D. Potten.

Rama de Solventes Orgánicos, Laboratorio Analítico
de OSHA Salt Lake City

1. Discusión General

1.1 Antecedentes

1.1.1 Historia del Procedimiento

Las muestras de óxido de etileno que se analizan en el Laboratorio de OSHA normalmente se han tomado sobre carbón activado y se han desabsorbido con bisulfuro de carbono. El análisis se lleva a cabo con un cromatógrafo de gas equipado con un FID (detector de ionización de llamas) según está descrito en el método S286 de NIOSH (Ref. 5.1). Este método está basado en un PEL de 50 ppm y tiene un límite de detección de alrededor de 1 ppm.

Estudios recientes han revelado la necesidad de un método para analizar y detectar óxido de etileno en concentraciones bien bajas.

Se han hecho varios intentos para formar un derivado sensitivo ultravioleta (uv) con óxido de etileno para análisis con HPLC. Entre los que se provó y resultaron productos no detectables están: P-anisidina, methylimidazote, anilina y 2,3,6, ácido triclorobenzaico. Cada uno fue probado con catalizadores como: trietilamina, cloruro de aluminio, cloruro de metileno y ácido sulfúrico sin embargo, no se produjo derivados detectables.

El siguiente intento de derivatización fue reaccionar a óxido de etileno con HBr para formar 2-bromoethanol. Esta reacción fue exitosa. Debido a la presencia de bromina, un ECD (detector de captura de electron) dió una muy buena respuesta para 2-bromoetanol. Utilizar bisulfuro de carbono como solvente desabsorvente dió una respuesta demasiado amplia y ocultó el 2-bromoetanol. Se probaron varios otros solventes para la respuesta del ECD y su habilidad para desabsorber el óxido de etileno del carbón. Entre los que se probaron estaban: tolueno, xileno, benceno etílico, hexano, ciclohexano y benceno. El benceno fue el único solvente probado que dió una respuesta adecuada en el ECD y una desabsorción alta. Se descubrió que la eficiencia de desabsorción mejoró al utilizar un 1% CS₂ con el benceno. El bisulfuro de carbono no mejoró significativamente la recuperación con los otros solventes.

Se utilizó SKL Lote 120 en todas las pruebas que se hicieron con activado.

1.1.2 Propiedades Físicas (Ref. 5.2-5.4)

Sinónimos: Oxirano; óxido de dimetileno;
1,2-epoxi-etano; oxano; C₂ H₄ O; ET0;
Peso Molecular: 44.06
Punto de Ebullición: 10.7o (51.3o)
Punto de Fusión: 111oC
Descripción: Gas inflamable, incoloro
Presión de Vapor: 1095 mm, a 20oC
Olor: olor parecido al éter
Límites Explosivos - Inferiores: 3.0% (por volumen)
Punto de Inflamación (TOC): Bajo 0o F
Estructura Molecular: CH₂-CH₂

1.2 Parámetros de Límites Definidos.

1.2.1 Límite de Detección del Procedimiento Analítico.

El límite de detección del procedimiento analítico es 12.0 o picogramos de óxido de etileno por muestra.

Esta es la cantidad de análisis que puede dar un pico cuya altura es cinco veces la altura de las fluctuaciones de la línea de base. (Ver sección 4.1 Datos de Apoyo).

1.2.2 Límite de Detección del Procedimiento Completo.

El límite de detección de todo el procedimiento es 24.0 ng de óxido de etileno por muestra.

Esta es la cantidad de "Analyte Spike" escarpia analizada sobre el dispositivo de muestreo que permite la recuperación de una cantidad de muestra (analyte) equivalente al límite de detección del procedimiento analítico. (Ver sección 4.2 de Datos de Apoyo).

1.2.3 Límite Cuantitativo Confiable

El límite cuantitativo confiable es 94.0 nanogramas de óxido de etileno por muestra. Esta es la cantidad más pequeña de muestra (analyte) que puede expresarse en términos cuantitativos dentro de los requisitos del 75% de extracción y del 95% de los límites de confianza. (Ver sección 4.2 de Datos de Apoyo).

Deberá reconocerse que el límite cuantitativo confiable y los límites de detección informados en el método están basados en lograr el máximo del instrumento con la cantidad más pequeña posible de muestra (analyte). Cuando la concentración blanco de una muestra (analyte) es mucho mayor que estos límites, éstos puede que no se alcancen los parámetros operantes de rutina. En este caso, los límites informados en los informes de análisis estarán basados en los parámetros operantes utilizados durante el análisis de las muestras.

1.2.4 Sensibilidad

La sensibilidad del procedimiento analítico sobre un límite de concentración que represente de 0.5 a 2 veces la concentración blanco basada en el volumen de aire recomendado es 34105 unidades de área por ng/ml. La sensibilidad es determinada por la pendiente de la curva de calibración. (Ver sección 4.3 de Datos de Apoyo).

La sencibilidad puede variar algo según sea el instrumento que se utilice en el análisis.

1.2.5 Recuperación

La recuperación de la muestra (analyte) del medio de colección deberá ser de 75% ó más. La recuperación promedio de las muestras especifirme que estén sobre el límite de 0.5 para 2 veces de concentración blanco es 88%. (Ver sección de Apoyo 4.4). En concentraciones más bajas de recuperación parece ser no-lineal.

1.2.6 Precisión (Sólo Método Analítico)

El colficiente combinado de la variación que se obtuvo de la determinación repetitiva de las normas analíticas a 0.5X, 1X y 2X la concentración blanco es 0.036. (Ver sección 4.5 de Datos de Apoyo).

1.2.7 Precisión (Procedimiento Completo)

El procedimiento completo deberá proveer resultados en la concentración blanco que sean 25% en exceso al 95% del nivel confidencial. La precisión en el 95% del nivel confidencial durante la prueba de almacenaje de 15 días es más o menos 12.9%. (Ver sección 4.6 de Datos de Apoyo).

Esto incluye más o menos un 5% adicional para error del muestreo.

1.3 Ventajas

- 1.3.1 El procedimiento de muestreo es conveniente.
- 1.3.2 El procedimiento analítico es muy sensitivo y reproducible.
- 1.3.3 El reanálisis de las muestras es posible.
- 1.3.4 Las muestras permanecen estables por lo menos 15 días a temperatura ambiente.
- 1.3.5 Las interferencias están reducidas por el tiempo de retención GC más largo del derivativo nuevo.

1.4 Desventajas

- 1.4.1 Deberá utilizarse dos tubos en serie para evitar posible retroalimentación y mignación.
- 1.4.2 La precisión de la velocidad de muestreo puede limitarse por la reproducibilidad de la caída de presión a través de los tubos. Usualmente se calibran las bombas sólo para un tubo.
- 1.4.3 Utilizar benceno como el solvente de desabsorción aumenta los riesgos de análisis debido a los efectos carcinogénicos potenciales de benceno.
- 1.4.4 Después de repetidas inyecciones puede haber un aumento de residuo formado sobre el detector de captura de electrón que disminuya la sensibilidad.
- 1.4.5 En concentraciones bajas la recuperación de los tubos de carbón parece no ser lineal.

2. Procedimiento de muestreo

2.1 Aparato

- 2.1.1 Una bomba de muestreo personal calibrada cuyo flujo pueda determinarse dentro de más o menos 5% del flujo recomendado.
- 2.1.2 Tubos de Carbón del Lote 120 SKC: Tubos de cristal con ambos llamas extremas selladas de 7 cm de largo con un O.D.

de 6 mm y un I.D. de 4-mm, con 2 secciones de carbón de contenga de coco separado por una porción de 2 mm de espuma de uretano. La sección de adsorción contiene 100 mg de carbón, la sección de apoyo 50 mg. Se coloca una sección de 3mm de espuma de uretano entre un extremo de salida del tubo y la sección de apoyo. Al frente de la sección de adsorción se coloca un tapón de fibra de vidrio revestido con silicato.

2.2 Reactivos

2.2.1 No se requiere ninguno.

2.3 Técnica de Muestreo

2.3.1 Inmediatamente antes del muestreo. Rompa los extremos de los tubos de carbón. Todos los tubos deben ser del mismo grupo.

2.3.2 Conecte dos tubos en serie a la bomba de muestreo con una sección corta de conducto fibroso flexible. Se utiliza una cantidad mínima de tubería para conectar los dos tubos de muestreo. El tubo que está más cerca de la bomba se utiliza como apoyo. Este puede identificarse como tubo de apoyo.

2.3.3 Para disminuir la canalización deben colocarse los tubos en posición vertical durante el muestreo.

2.3.4 El aire que se esté muestreando no debe pasar a través de manguera o tubería alguna antes de entrar a los tubos de carbón.

2.3.5 Selle los tubos de carbón con tapas plásticas inmediatamente después del muestreo. También selle cada muestra a lo largo con sellos de OSHA.

- 2.3.6 Con cada grupo de muestras someta por lo menos 1 tubo vacío que pertenesca al mismo lote de los que utilizó para las muestras. Este tubo debe estar sujeto exactamente al mismo manejo de las muestras (rotura, sello, transporte) excepto que no le habrá entrado aire.
- 2.3.7 Lleve las muestras (y los papeles correspondientes) al laboratorio para análisis
- 2.3.8 Si se sometieron muestras a granel para análisis, deben llevarse en recipientes de cristal cerrados con tapas dorradas con teflón. Estas muestras deberán enviarse separadas del recipiente que se utilizó para los tubos de carbón.

2.4 Retroalimentación

- 2.4.1 El volumen de retroalimentación para 3.0 mg/m de una corriente de muestra de óxido de etileno que tenga aproximadamente 85% de humedad relativa, 22oC y 633 mm es 2.6 litros muestrados a 0.05 litros por minuto. Esto es equivalente a 7.8 ng de óxido de etileno.

2.5 Eficiencia de Desabsorción

- 2.5.1 La eficiencia de desabsorción, de la inyección líquida en los tubos de carbón, promedia el 88.0% desde 0.5 a 2.0 X la concentración blanco de una muestra de 1.0 litro de aire. En alcances más bajos parece que la eficiencia de desabsorción no es lineal. (Ver sección 4.2 de Datos de Apoyo).
- 2.5.2 La eficiencia de desabsorción puede variar de un laboratorio a otro y también de un lote de carbón a otro. Por lo tanto es necesario determinar la eficiencia de desabsorción para un lote de carbón en particular.

2.6 Volumen de Aire y Velocidad de Muestreo Recomendado

2.6.1 El volumen de aire recomendado es 1.0 litro.

2.6.2 La velocidad de muestreo máximo recomendado es 0.05 Lpm.

2.7 Interferencias

2.7.1 El glicol de etileno y el Freon 12 en niveles de concentración blanco no interfieren con la cofección de óxido de etileno.

2.7.2 Las interferencias que se sospechan deben anotarse en la hoja de datos de muestreo.

2.7.3 La humedad relativa puede afectar el procedimiento de muestreo.

2.8 Precauciones de Seguridad

2.8.1 Ate el equipo de muestreo al empleado de manera que no interfiera con la realización del trabajo.

2.8.2 Utilice gafas de seguridad cuando esté partiendo los extremos de los tubos de muestreo.

2.8.3 Si es posible, coloque los tubos de muestreo en un asidero de manera que el extremo puntiagudo no esté expuesto mientras se muestren.

3. Método Analítico

3.1 Aparatos

3.1.1 Un cromatógrafo de gas equipado con un detector de captura de electrón linealizado.

3.1.2 Una columna GC capaz de separar el derivativo de óxido de etileno (2-bromoetanol) de cualquier interferencia y el CS₂

al 1% en solvente de benceno. La columna que se utilizó para los estudios de validación fue: 10 pies X 1/8 de pulgada de acero inoxidable 20% SP-2100, .1% de Carbowax 1500 sobre 100/120 Supelcoport.

- 3.1.3 Un integrador electrónico o algún otro método adecuado para medir áreas máximas.
- 3.1.4 Frascos de dos mililitros con tapas forradas con Teflón.
- 3.1.5 Una jeringa hermética de gas - 500 uL u otros tamaños convenientes para preparar medidas.
- 3.1.6 Jeringas de microlitro - 10 uL u otros tamaños convenientes para diluir medidas y 1 uL para inyecciones de muestras.
- 3.1.7 Pipetas para preparar el CS₂ al 1% en solvente de benceno. El surtidor Glenco de 1ML es adecuado y conveniente.
- 3.1.8 Frascos volumétricos - 5 mL y otros tamaños convenientes para preparar medidas.
- 3.1.9 Pipetas desechables pasteur.

3.2 Reactivos

- 3.2.1 Benceno, Nivel Reactivo.
- 3.2.2 Bisulfuro de carbono, Nivel Reactivo.
- 3.2.3 Oxido de etileno, 99.7% puro.
- 3.2.4 Acido Hidrobrómico, 48% de nivel reactivo.
- 3.2.5 Carbonato de Sodio, anhidro, nivel reactivo.
- 3.2.6 Reactivo Desabsorbente, 99% Benceno/1% CS₂.

3.3 Preparación de Muestra

- 3.3.1 Las secciones anteriores y posteriores de cada muestra se transfieren a frascos separados de 2mL.
- 3.3.2 Cada muestra se desabsorbe con 1.0 mL de reactivo desabsorbente.

- 3.3.3 Los tubos se sellan inmediatamente, se les permite desabsorberse durante una hora y se sacuden (los tubos) ocasionalmente
- 3.3.4 El reactivo desabsorbente se extrae del carbón con una pipeta desechable y se coloca en tubos limpios de 2 mL.
- 3.3.5 Se le añade una gota de HBr a cada tubo. Los tubos se resellan y el HBr se mezcla bien con el reactivo desabsorbente.
- 3.3.6 Se le añade cuidadosamente alrededor de 0.15 gramo de carbonato de sodio a cada tubo. De nuevo los tubos se resellan y se mezclan bien.

3.4 Preparación Modelo

- 3.4.1 Los modelos se preparan inyectando gas de óxido de etileno puro en el reactivo desabsorbente.
- 3.4.2 Se prepara una clasificación de los modelos para hacer una curva de calibración. Una concentración de 1.0 mL de gas de óxido de etileno por 1 mL de reactivo desabsorbente es equivalente a una concentración de aire de (a 25°C y 760 mm todas las volúmenes de gas) para la muestra recomendada de 1 litro de aire. Esta cantidad está sin corregir para eficiencia de desabsorción. (Ver sección 4.2 de Datos de Apoyo para las correcciones de eficiencia de desabsorción.
- 3.4.3 Se añade y se mezcla bien una gota de HBr por mL de medida.
- 3.4.4 Se añade cuidadosamente alrededor de 0.15 gramos de carbonato de sodio por cada gota de HBr (puede ocurrir una pequeña reacción).

3.5 Análisis

3.5.1 Condiciones GC.

Velocidad del flujo de nitrógeno - 10 mL/min.

Temperatura del Inyector - 250 oC
Termodetector - 300 oC
Temperatura de la columna - 100 oC
Tamaño de inyección - 0.8 mL
Tiempo de elución - 3.9 minutos

- 3.5.2 Las áreas máximas son medidas por un integrador u otros medios adecuados.
- 3.5.3 Los resultados de integrador están en unidades de áreas y se establece una curva de calibración con concentración vs. unidades de área.

3.6 Interferencias

- 3.6.1 Cualquier compuesto que tenga el mismo tiempo de retención que el 2-bromoetanol es una interferencia potencial. Las posibles interferencias deberán anotarse en las hojas de datos de muestreo.
- 3.6.2 Los parámetros GC pueden cambiarse a interferencia.
- 3.6.3 Usualmente en el benceno hay trazas de contaminantes. Sin embargo, estos contaminantes no ocasionan problemas de interferencia.
- 3.6.4 Los datos de tiempo de retención sobre una columna sencilla no se consideran prueba de identidad química. Las muestras que estén sobre el nivel blanco de 1.0 ppm por medio de un GC/Mass Spec. u otros medios adecuados.

3.7 Cálculos

- 3.7.1 La concentración en ug/mL para una muestra se determina al comparar el área de una muestra en particular a la curva de calibración que se ha preparado a base de medidas analíticas.

- 3.7.2 A la cantidad de muestra que hay en cada muestra se le corrige la eficiencia de desabsorción utilizando una curva de desabsorción.
- 3.7.3 Los resultados analíticos (A) de los dos tubos que componen una muestra de aire particular se suman.
- 3.7.4 La concentración para una muestra se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$ET0, \text{ mg/m}^3 = \frac{A \times B}{C}$$

donde:

A = ug/ml

B = volumen de desabsorción en mililitros

C = volumen de aire en litros

- 3.7.5 Para convertir mg/m³ a partes por millón (ppm) se utiliza la siguiente relación.

donde:

mg/m³ = los resultados de 3.7.4

24.45 = volumen molar a 25 oC y 760 mm Hg

44.05 = peso molecular de ET0

3.8 Precauciones de Seguridad

- 3.8.1 El óxido de etileno y el benceno son carcinógenos potenciales y deberá tenerse cuidado cuando se esté trabajando con esos compuestos.
- 3.8.2 Todo trabajo que se haga con solventes (preparación de medidas, desabsorción de muestras, etc.) debe llevarse a cabo en una caperuza.
- 3.8.3 Evite que la piel haga contacto con cualquier solvente.

3.8.4 Utilice gafas de seguridad en todo momento.

3.8.5 Evite que la piel haga contacto con HBr porque es altamente tóxico y un irritante muy fuerte para los ojos y la piel.

4. Datos de Apoyo

4.1 Datos de Límites de Detección.

El límite de detección se determinó inyectando 0.8 uL de 0.015 ug/mL de un modelo de óxido de etileno en CS₂ al 1% en benceno. El límite de detección del procedimiento analítico se toma para que sea 1.20×10^{-5} ug por inyección. Esto es equivalente a 8.3 ppb (0.015 mg/m³) para el volumen de aire recomendado.

4.2 Eficiencia de Desabsorción. El óxido de etileno fue enclavado en tubos de carbón, se obtuvieron los siguientes datos de recuperación:

(Mg) Cantidad enclavada	(Mg) cantidad recuperada	por ciento de recuperación
4.5	4.32	96.0
3.0	2.61	87.0
2.25	2.025	90.0
1.5	1.365	91.0
1.5	1.38	92.0
.75	.6525	87.0
.375	.315	84.0
.375	.312	83.2
.1875	.151	80.5
.094	.070	74.5

En cantidades bajas la recuperación parece no ser lineal.

4.3 Datos de Sensibilidad

Los siguientes datos se utilizaron para determinar la curva de calibración.

Inyección	0.5 X .75 mg/mL	1 x 1.5 mg/mL	2 x 3.0 mg/mL
1	30904	59567	111778
2	30987	62914	106016
3	32555	58578	106122
4	32242	57173	109716
X	31672	59558	108408

Pendiente = 34.105

4.4 Recuperación

La recuperación se determinó al enclavar "spiking" óxido de etileno en 120 tubos de carbón y desabsorverlos con CS₂ al 1% en Benceno. Las recuperaciones se hicieron a 0.5, 1.0 y 2.0 x la concentración blanco (1ppm) para el volumen de aire recomendado.

Por ciento de Recuperación

Muestra	0.5 X	1.0 X	2.0 X
1.	88.7	95.0	91.7
2.	83.8	95.0	87.3
3.	84.2	91.0	86.0

4.	88.0	91.0	83.0
5.	88.0	86.0	85.0
X.	86.5	90.5	87.0

Promedio Compensado = 88.2

4.5 Precisión del Procedimiento Analítico

Los siguientes datos se utilizaron para determinar la precisión del método analítico:

Concentración	0.5 x 75 mg/mL	1 x 1.5 mg/mL	2 x 3.0 mg/mL
Inyección	.7421	1.4899	3.1184
	.7441	1.5826	3.0447
	.7831	1.4628	2.9149
	.7753	1.4244	2.9185
Promedio	.7612	1.4899	2.9991
Desviación Normal.....	.0211	.0674	.0998
CV	.0277	.0452	.0333

$$CV = \frac{3(.0277)^2 + 3(.0452)^2 + 3(.0333)^2}{3 + 3 + 3}$$

$$CV = 0.036$$

4.6 Datos de Almacenaje

Las muestras fueron generadas a 1.5 mg/m³ de óxido de etileno con 85% de humedad relativa, 22 oC y 633 mm. Todas las muestras se tomaron por 20 minutos a 0.05 Lpm. Tan pronto fue posible se analizaron seis muestras y se almacenaron quince muestras a temperatura de refrigeración (5 oC) y otras quince muestras se almacenaron a temperatura ambiente (23 oC). Estas muestras almacenadas fueron analizadas por un período de diecinueve días.

Porciento de Recuperación

Día Analizado	Refrigerador	Ambiente
1.....	87.0	87.0
1.....	93.0	93.0
1.....	94.0	94.0
1.....	92.0	92.0
4.....	92.0	91.0
4.....	93.0	88.0
4.....	91.0	89.0
6.....	92.0	.....
6.....	92.0	.....
8.....	.....	92.0
8.....	.....	86.0
10.....	91.7	.....
10.....	95.5	.....
10.....	95.7	.....

11.....	.....	90.0	|
11.....	.....	82.0	|
13.....	78.0	.....	|
13.....	81.4	.....	|
13.....	82.4	.....	|
14.....	.....	78.5	|
14.....	.....	72.1	|
18.....	66.0	.....	|
18.....	68.0	.....	|
19.....	.....	64.0	|
19.....	.....	77.0	|

4.7 Datos de Retroalimentación

Los estudios de retroalimentación fueron hechos a 2 ppm (3.6 mg/m³) con aproximadamente 85% de humedad relativa a 22 oC (temperatura ambiente. Se utilizaron dos tubos de carbón en serie. El tubo de apoyo se cambió cada 10 minutos y se analizó para ver la retroalimentación. La velocidad de flujo fué 0.050 Lpm.

TUBO NUM	Tiempo (minutos)	Porciento de Progreso	
1.....	10	( ' )	|
2.....	20	( ' )	|
3.....	30	( ' )	|
4.....	40	1.23	|
5.....	50	3.46	|
6.....	60	18.71	|

7.....|	70	|	39.2	|
8.....|	80	|	53.3	|
9.....|	90	|	72.0	|
10.....|	100	|	96.0	|
11.....|	110	|	113.0	|
12.....|	120	|	133.9	|

1/ Ninguno

El 5% de volumen de retroalimentación se alcanzó cuando se extrajo 2.6 litros de la prueba de atmósfera de los tubos de carbón.

5. Referencias

- 5.1 "NIOSH Manual of Analytical Methods", and ed. NIOSH: Cincinnati, 1977; Method 5286.
- 5.2 "IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man", International Agency for Research on Cancer: Lyon, 1976; Vol. II, p. 157.
- 5.3 "Sax., N.I. "Dangerous Properties of Industrial Materials", 4th ed.; Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1975; p. 714.
- 5.4 "The Condensed Chemical Dictionary, 9th ed.; Hawley, G.G., ed.; Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1977; p. 316.

Resumen de Otros Procedimientos de Muestreo.

OSHA cree que existen otros tipos de equipo de monitoreo y de técnicas para monitorear concentraciones promedio en un período de tiempo. Actualmente se está llevando a cabo una cantidad considerable de investigaciones y de elaboración de métodos los que llevará a mejoras y una variedad más amplia de técnicas de monitoreo. Puede utilizarse una combinación de procedimientos de monitoreo. Probablemente en todos los casos no existe un mejor método para monitorear la exposición personal a óxido de etileno. En cada método existen ventajas, desventajas y limitaciones. El método que se seleccione dependerá de la necesidad y de los requisitos. Algunos de los métodos más usados son: tubos de carbón, dosímetros pasivos, bolsas tedler para muestreo de gas, tubos detectores, unidades de detección de fotoionización, unidades para detectar infrarrojos y cromatógrafos de gas. Mas adelante se describen varios de estos métodos.

A. Procedimientos de Muestreo de Tubos de Carbón

Método Qazi-Ketcham (Ex. 11-133)- Este método consiste en recoger ETO en carbón activado Columbia JXC, desadsorber el ETO con bisulfuro de carbón y analizar a través de cromatografía de gas con detección de ionización de flamas. Recientemente, la Union Carbide ha actualizado y revalidado este procedimiento de monitoreo. Este método es capaz de determinar exposiciones de concentración promedio en un período de 8 horas y exposiciones a corto plazo. Este método fue validado a 0.5 ppm. Como otros procedimientos para recolectar carbón, el método requiere de habilidad analítica considerable.

ASTM - método propuesto - El consejo de la Industria de Oxido de Etileno (EOIC) ha pactado con la Clayton Environmental Consultants, Inc. para dirigir un estudio en colaboración para el método propuesto. El método propuesto por la STM es similar al método publicado por Qazi and Ketcham en el American Industrial Hygiene Association Journal de noviembre de 1977 y al método de Pilney and Coyne que se presentó en la Conferencia Americana sobre Higiene Industrial de 1979. Después que el aire muestreado se pasa a través de un tubo de carbón activado, el óxido de etileno se desabsorbe del tubo y que tiene bisulfuro de carbón y es cuantificado por cromatografía de gas utilizando un detector de ionización de llamas. El método propuesto por la ASTM especifica que se utilice un tubo de carbón grande de dos secciones, embarcado en hielo seco, almacenado a menos de - 5 oC y análisis dentro de tres semanas para prevenir migración y pérdida de muestras. Se han examinado dos tipos de tubos de carbón - Pittsburgh Coconut - Based (PCB) y Columbia JXC Charcoal. Este estudio en colaboración indicará la precisión del inter e intralaboratorio y la exactitud del método propuesto por la ASTM. Varios laboratorios tienen experiencias considerable utilizando los métodos Qazi - Ketcham y Dow.

B. Monitores Pasivos

El óxido de etileno se difunde dentro del monitor y se recoge en los medios de muestreo. El "badge" de Dupont Pro-Tek recoge el ETO en una solución absorbente que se analiza colorimétricamente para determinar la cantidad de ETO presente. El "badge" 3m 350 recoge el ETO en carbón tratado químicamente. Actualmente se están desarrollando y probando otros monitores

pasivos. Tanto la 3m como la DuPont han sometido datos que indican que sus dosímetros cumplen con los requisitos de precisión y exactitud de la norma de óxido de etileno propuesta. Ambos presentaron datos de validación de laboratorios para 0.2 ppm (Exs. 11-65, 4-20, 108, 109, 130).

C. Bolsas Tedlar para Muestreo de Gas

Las muestras se toman recogiendo un volumen de aire determinado en una bolsa Tedlar para muestreo de gas. A menudo la concentración de óxido de etileno se determina en el lugar utilizando un cromatógrafo de gas portátil o un espectómetro infrarrojo portátil.

D. Tubos Detectores

Con una pequeña bomba de mano se hecha determinado volumen de aire a través de un tubo detector. La concentración de ETO está relacionada con el largo de la mancha que se haya desarrollado en el tubo detector. Los tubos detectores son económicamente, fáciles de usar y ofrecen una lectura inmediata. Desafortunadamente, en parte por no ser estos específicos a menudo su precisión es cuestionable. Desde que la muestra se toma durante un corto período de tiempo, pueden ser útiles para determinar la fuente de los escapes.

E. Instrumentos de lectura directa

Existen numerosos tipos de instrumentos de lectura directa, cada uno tiene sus propios puntos fuertes y débiles (Exs. 135 B, 135 C, 107, 11-78, 11-153). Muchos son relativamente nuevos, ofrecen mayor sensibilidad y son específicos. Los instrumentos populares de lectura directa de óxido de etileno incluyen unidades de detección de infrarrojos y cromatógrafos de gas.

Los analizadores portátiles de infrarrojos proveen una indicación continua e inmediata de un valor de concentración; siendo particularmente útiles para localizar concentraciones altas cuando se detectan escapes y se muestrea aire ambiental. En las unidades de detección de infrarrojos la cantidad de luz infrarroja absorbida por el gas que se está analizando a longitudes de ondas infrarrojas seleccionadas está relacionada con la concentración de un componente en particular.

Varios modelos tienen filtros infrarrojos variables o fijos, diferentes longitudes de trayectoria de células y controles de micro-computadoras para mayor sensibilidad, automatización y eliminación de interferencia.

La detección de fotoionización es un sistema de detección reciente y bastante bueno. Las moléculas se ionizan con luz ultravioleta de energía alta. Se mide la corriente que surge. Ya que diferentes sustancias tienen diferentes potenciales de ionización, deben ionizarse otros compuestos orgánicos. Mientras más baja sea la energía de la lámpara, mejor será la selectividad. Como un monitor continuo, la detección por fotoionización puede ser útil para localizar concentraciones altas, para detectar escapes y para monitoreos continuos de aire

del ambiente. Tanto los cromatógrafos fijos de gas como los portátiles están disponibles con varios tipos de detectores, incluso detectores de fotoionización. Un cromatógrafo de gas con un detector de fotoionización retiene la sensibilidad de fotoionización y disminuye o elimina las interferencias. Para varias unidades de GC/PID la sensibilidad está en el 0.1 - 0.2 ppm del alcance de ETO. El GC/PID con microprocesadores puede muestrear hasta 20 puntos de muestra en secuencia, calcular y anotar los datos y activar alarmas o sistemas de ventilación. Muchos son bastante flexibles y se pueden configurar para cumplir con las necesidades de los análisis específicos para el sitio de trabajo.

DuPont presentó sus datos de validación de laboratorio sobre la precisión del tubo de carbón Qazi-Ketcham, el tubo de carbón de PCB, el analizador. Miran 103 IR., el monitor 3m #3550 y el "badge" DuPont C-70. Citamos a Elbert V. Kring: "Nosotros también creemos que la precisión propuesta por OSHA en esta norma es adecuada. A más o menos 25% de una parte por millón y más o menos 35% bajo ésta y, nuestros datos indican que existe sólo un método de muestreo, ahora mismo, que hemos probado totalmente, que cumple con los requisitos de precisión. Así es el DuPont Pro-Tek badge***. Creemos también que este tipo de datos debe ser confirmado por otro laboratorio independiente, usando el mismo tipo de prueba de cámara dinámica. (Tr. 1470)".

No se sometieron datos adicionales de un laboratorio independiente que siguiera su protocolo en forma exacta. Sin embargo, se sometió información sobre las comparaciones, precisión y exactitud de estos procedimientos de prueba los cuales indican mucha mejor precisión y exactitud de esos procedimientos de prueba que los que se obtuvieron con DuPont (Ex. 4-20, 130, 11-68, 11-133, 130, 135 A).

La precisión de cualquier método depende en gran medida de las destrezas y experiencia de aquellos que no sólo recogen las muestras sino también de los que las analizan. Aún para los métodos que se han probado en colaboración, algunos laboratorios están más cerca que otros de los verdaderos valores. Algunos laboratorios pueden cumplir con los requisitos de precisión y exactitud del método, otros pueden, en forma consistente exceder por mucho los requisitos del mismo método.