

Guía para la Salud y la Seguridad No. 16

# ÓXIDO DE ETILENO

## GUÍA PARA LA SALUD Y LA SEGURIDAD



**PISSQ PROGRAMA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD  
DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS**

(traducción)



**CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGÍA HUMANA Y SALUD  
PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL  
ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD  
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**

**Metepec, Estado de México, MÉXICO  
1993**

ECO MFN= 843

955 6T3.1/ESP/OPS / 635 / OE-16/1993

16

PISSQ PROGRAMA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD  
DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS



Guía para la Salud y la Seguridad No. 16

## ÓXIDO DE ETILENO

### GUÍA PARA LA SALUD Y LA SEGURIDAD

Este es un volumen que acompaña a la publicación  
"Environmental Health Criteria 55: Ethylene Oxide"  
(Criterios de Salud Ambiental 55: Óxido de Etileno)

PROPIEDAD DEL CENTRO DE  
DOCUMENTACION E INFORMACION

de la Oficina Sanitaria Panamericana  
Representación de País Guatemala



CENTRO PANAMERICANO DE ECOLOGÍA HUMANA Y SALUD  
PROGRAMA DE SALUD AMBIENTAL  
ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD  
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

Metepéc, Estado de México, MÉXICO

1993

ISBN 92 75 37071 0

**(traducción)**

La traducción de esta Guía se realizó bajo el patrocinio del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (PISSQ), con un apoyo financiero otorgado por el "National Institute of Environmental Health Sciences" (Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental) de los Estados Unidos de América.

**Título original en inglés:**

Ethylene Oxide. Health and Safety Guide  
Health and Safety Guide No. 16  
ISBN 92 4 154339 6  
ISSN 0259-7268

©World Health Organization 1988

Publicado por la Organización Mundial de la Salud para el Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas (un programa de colaboración entre el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud).

# CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN .....	5
1. IDENTIDAD Y USOS DEL PRODUCTO .....	7
1.1 Identidad .....	7
1.2 Propiedades físicas y químicas .....	8
1.3 Composición .....	8
1.4 Producción y usos .....	8
2. RESUMEN Y EVALUACIÓN .....	9
2.1 Exposición humana al óxido de etileno .....	9
2.2 Destino en el medio ambiente .....	10
2.3 Captación, metabolismo y excreción .....	10
2.4 Efectos en los organismos del medio ambiente .....	10
2.5 Efectos en los animales .....	11
2.6 Efectos en los seres humanos .....	11
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	14
4. PELIGROS PARA LA SALUD DEL SER HUMANO, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN, ACCIONES DE EMERGENCIA .....	15
4.1 Principales peligros para la salud del hombre, prevención y protección, primeros auxilios .....	15
4.1.1 Asesoría para médicos .....	15
4.1.2 Asesoría para la vigilancia de la salud .....	15
4.2 Peligros de explosión e incendio .....	15
4.2.1 Peligros de explosión .....	15
4.2.2 Peligros de incendio .....	16
4.2.3 Prevención .....	16
4.2.4 Agentes extinguidores de fuego .....	16
4.3 Almacenamiento .....	16
4.4 Transporte .....	17
4.5 Derrames y disposición .....	17
4.5.1 Derrames .....	17
4.5.2 Disposición .....	17

# CONTENIDO

5. PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y SU PREVENCIÓN .	18
6. TARJETA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS .....	19
7. REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES .....	24
7.1 Evaluaciones previas por organismos internacionales .....	24
7.2 Valores límite de exposición .....	24
7.3 Restricciones específicas .....	25
7.4 Etiquetado, embalaje y transporte .....	29
7.5 Disposición de desechos .....	30
7.6 Otras medidas .....	30
BIBLIOGRAFÍA .....	32

# INTRODUCCIÓN

Los documentos "Environmental Health Criteria. EHC" (Criterios de Salud Ambiental, CSA), a cargo del Programa Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas incluyen una evaluación de los efectos para la salud del ser humano y el medio ambiente por la exposición a una sustancia o a una combinación de sustancias, o bien a agentes físicos o biológicos. Estos documentos también proporcionan guías para establecer los límites de exposición.

El propósito de una Guía para la Salud y la Seguridad es el facilitar la aplicación de estas guías en programas nacionales de seguridad química. Las tres primeras secciones de la Guía para la Salud y la Seguridad destacan la información técnica relevante en el CSA correspondiente. La sección 4 incluye la asesoría sobre medidas preventivas y de protección, así como acciones de emergencia; los trabajadores del área de la salud deberán familiarizarse a fondo con la información médica para asegurar una actuación eficiente ante una emergencia. En la Guía, está una Tarjeta Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas que debe ser de fácil acceso y explicarse con claridad a todos los que puedan tener contacto con la sustancia. La sección sobre la información reglamentaria fue extraída del archivo legal del "Registro Internacional de Sustancias Químicas Potencialmente Tóxicas" (IRPTC, siglas en inglés) y de otras fuentes de las Naciones Unidas.

La Guía está dirigida a los profesionales de los servicios de salud ocupacional, a aquellos que trabajan en los ministerios y agencias gubernamentales, industrias y sindicatos, y que están preocupados por el uso seguro de las sustancias y por evitar peligros de salud ambiental, así como a quien desee mayor información sobre este tema. Se ha tratado de utilizar terminología que sea familiar al lector potencial; no obstante, las secciones 1 y 2 incluyen inevitablemente algunos términos técnicos. Se proporciona una bibliografía para los lectores que requieran mayor información básica.

Se llevará a cabo, en el momento preciso, la revisión de la información contenida en esta Guía para la Salud y la Seguridad, siendo la meta final el uso de terminología estandarizada. Nos serán muy útiles sus comentarios sobre cualquier dificultad que haya usted tenido al utilizar la guía y deberán enviarse a:

The Director  
International Programme on Chemical Safety  
Division of Environmental Health  
World Health Organization  
1211 Ginebra 27  
Switzerland

**LA INFORMACIÓN CONTENIDA  
EN ESTA GUÍA DEBERÁ CONSIDERARSE  
COMO EL PUNTO INICIAL  
DE UN PROGRAMA COMPLETO  
DE SALUD Y SEGURIDAD**

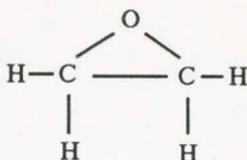
# 1. IDENTIDAD Y USOS DEL PRODUCTO

## 1.1 Identidad

Nombre común: óxido de etileno

Fórmula química:  $C_2H_4O$

Estructura química:



Nombre comerciales comunes: Anprolene, Melgas, Merpal, Sterigas P (productos puros); Carboxide, Cartox, Etox, Oxyfume 20, Oxyfume 30, Sterigas 90/10, Steroxide 20, T-gas (formulaciones con bióxido de carbono); Oxyfume 12, Sterigas 12/88, Steroxide 12/88 (formulaciones con fluoro-carbonos); Etoxiat (formulación con formiato de metilo)

Sinónimos comunes: dihidrooxireno, óxido de dimetileno, 1,2-epoxietano, óxido de eteno, oxano, alfa, beta-óxido-etano, oxirano

Abreviaturas: EO, ETO, EtO

Número de registro del CAS: 75-21-8

Número de registro del RTECS: KX2450000

Número de las NU: 1040 y 1041

Factores de conversión: 1 ppm = 1.80 mg/m<sup>3</sup> de aire;  
1 mg/m<sup>3</sup> = 0.55 ppm a 25 °C y  
101.3 kPa (760 mmHg)

# 1. IDENTIDAD Y USOS DEL PRODUCTO

## 1.2 Propiedades Físicas y Químicas

El óxido de etileno es un gas incoloro a temperatura ambiente y presión atmosférica normal. Se condensa a líquido a 10 °C. Tiene un olor etéreo con umbrales de olor reportados de 470 mg/m<sup>3</sup> para la percepción y de 900 - 1 260 mg/m<sup>3</sup> para el reconocimiento. Es muy inflamable y, en la forma de vapor, está sujeto a descomposición explosiva. El líquido es estable para los agentes detonantes comunes, pero la polimerización puede ser violenta después de la iniciación por ácidos, bases o calor. Ciertos cloruros e hidróxidos metálicos catalizan la polimerización. El óxido de etileno tanto líquido como gaseoso es muy reactivo. Es relativamente estable en solución acuosa o cuando se le diluye con bióxido de carbono o halocarburos. En la Tarjeta Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, en las páginas 20-23, se dan algunas de las propiedades físicas y químicas del óxido de etileno.

## 1.3 Composición

Las impurezas comunes que se encuentran en el óxido de etileno durante el proceso de producción que supone la oxidación del eteno, incluyen agua, ácido acético, acetaldehído y cloruros inorgánicos. Las impurezas comunes que se encuentran en el compuesto, producidas por el proceso de la clorohidrina, son cloruro de vinilo, 1,2-dicloroetano, cloroetano y clorhidrina de etileno. El óxido de etileno que se vende para propósitos de fumigación o esterilización, con frecuencia se mezcla con bióxido de carbono (p.ej., 10-30% de óxido de etileno y 70-90% de bióxido de carbono) o con fluorocarburos (p.ej., 12% de óxido de etileno y 88% de fluorocarburos), como lo indican los nombres comerciales de la sección 1.1.

## 1.4 Producción y Usos

Se estimó que la producción global del óxido de etileno en 1985 fue superior a 5.5 millones de toneladas. La sustancia se produce en muchos países, y el mayor volumen lo tiene los EUA.

Su principal uso es como intermediario en la producción de diversos compuestos químicos, que incluyen: el anticongelante, etilén glicol; poliéster de tereftalato de polietileno para fibras, películas y botellas; agentes activos de superficie no iónica; éteres de glicol; etanolaminas; y colina. Una pequeña fracción del consumo total (menos del 1%) se utiliza para la fumigación y la esterilización de productos alimenticios y equipo médico.

## 2. RESUMEN Y EVALUACIÓN

### 2.1 Exposición Humana al Óxido de Etileno

La exposición humana ocurre principalmente por inhalación en instalaciones de esterilización y en plantas de producción. Los residuos en el equipo médico que ha sido esterilizado con óxido de etileno y con insuficiente aereación pueden emigrar a los tejidos y sangre, produciendo sobre todo efectos locales. Es poco probable la ingestión de los residuos del óxido de etileno proveniente de la mayor parte de los productos alimenticios fumigados o esterilizados, puesto que se disipan por evaporación o por reacción con los constituyentes alimenticios. Un producto importante de la conversión en productos alimenticios y farmacéuticos, así como en equipo médico es el 2-cloroetanol, que es más persistente que el óxido de etileno. Se han medido niveles del 2-cloroetanol hasta de varios g/kg en alimentos, y niveles de varios cientos de mg/kg en equipo médico.

Se utiliza la mayor parte del óxido de etileno como intermediario reactivo en la planta química en la cual se produce. Debido al peligro de explosiones, el compuesto se almacena y maneja en plantas de procesos químicos en sistemas cerrados y automáticos. Con frecuencia este equipo se localiza en el exterior y, salvo durante su mantenimiento, es mínima la probabilidad de exposición de los trabajadores. Las muestras en aire que se obtienen en las áreas de procesamiento de las plantas de producción química han mostrado que las concentraciones de vapores del óxido de etileno suelen ser ahora inferiores a  $4 \text{ mg/m}^3$ , con altos valores pico ocasionales. La exposición ocupacional al óxido de etileno tiende a ser mucho mayor en la manufactura de instrumentos para la salud y en las áreas de esterilización hospitalaria<sup>a</sup> que en las industrias de procesamiento químico. Los niveles en aire del compuesto cerca de equipo industrial con un mal funcionamiento, o diseñado en forma inapropiada, pueden alcanzar cientos de  $\text{mg/m}^3$  durante períodos breves. Sin embargo, las concentraciones promedio ponderadas con relación a 8 horas en la zona de respiración de las áreas de esterilización hospitalaria suelen ser inferiores a  $36 \text{ mg/m}^3$ . Debe enfatizarse que la exposición de los empleados hospitalarios al óxido de etileno tiende a ser a corto plazo e intermitente durante la carga y descarga, con posibilidad de exposición a corto plazo (5-120 min) de concentraciones aproximadas de  $100 \text{ mg/m}^3$  y a concentraciones pico de hasta  $1\,800 \text{ mg/m}^3$  después de la abertura de las cámaras de esterilización.

---

<sup>a</sup> Los pacientes sometidos a hemodiálisis también pueden estar expuestos al óxido de etileno a partir del equipo esterilizado con el producto. Se ha atribuido a ello los casos de anafilaxis durante la diálisis.

# RESUMEN Y EVALUACIÓN

Se ha estimado que los niveles atmosféricos ambientales a los cuales están expuestos los miembros de la población general a una distancia de las fuentes puntuales de emisiones industriales están por debajo del límite de detección.

## 2.2 Destino en el Medio Ambiente

La ruta principal de entrada del óxido de etileno al medio ambiente es por evaporación o por gases de desahogo durante su producción, manejo, almacenamiento, transporte o uso (p.ej., procedimientos de esterilización).

La eliminación del óxido de etileno de la atmósfera es lenta, pero puede acelerarse por el lavado ocasionado por la lluvia.

La sustancia es altamente soluble en agua, pero se evapora en gran medida. La degradación del óxido de etileno en agua neutra es lenta, aún en presencia de microorganismos aeróbicos, y es más rápida bajo condiciones ácidas o básicas provocadas por catálisis. Debido a que su solubilidad en lípidos limitada, es poco probable que se bioacumulen el óxido de etileno y sus productos de conversión.

## 2.3 Captación, Metabolismo y Excreción

El óxido de etileno inhalado se absorbe con facilidad en la sangre, se distribuye en todo el organismo y se metaboliza con rapidez. La vida media en los tejidos del hombre y de los roedores es aproximadamente de 10 min; la depuración de la sangre de los perros ocurrió con una vida media de 33 min. La náusea marcada y el vómito profuso después de la exposición dérmica humana a soluciones acuosas de óxido de etileno indican que la absorción puede ocurrir por vía cutánea. Se han identificado dos vías metabólicas que incluyen la hidrólisis a 1,2-etanediol y la conjugación con glutatión. La excreción es principalmente por la orina.

## 2.4 Efectos en los Organismos del Medio Ambiente

La toxicidad del óxido de etileno para los organismos acuáticos es baja. Las concentraciones letales para la mitad de las poblaciones de diversos organismos acuáticos sometidas a prueba durante 1 a 4 días fueron de alrededor de 90 mg/litro ( $CL_{50}$ ) o superiores. El 2-Cloroetanol, un producto de degradación en agua salina, es igualmente tóxico, pero el 1,2-etanediol, un producto importante de la degradación, es menos tóxico. Por ello, los efectos probables del óxido de etileno en el ambiente acuático se consideran insignificantes. No se dispone de datos sobre la toxicidad del óxido de etileno para los organismos terrestres.

# RESUMEN Y EVALUACIÓN

## 2.5 Efectos en los animales

Se ha demostrado que las dosis orales únicas de 330 mg/kg de peso corporal ( $DL_{50}$ ) y la exposición a una concentración de vapor de 2 630 mg/m<sup>3</sup> ( $CL_{50}$ ) durante 4 horas son letales para la mitad de las ratas expuestas. El compuesto es moderadamente tóxico en exposiciones agudas, según la escala de Hodge & Sterner.

El óxido de etileno alquila (alkylates) de manera directa a las proteínas y al ADN y es mutagénico en los microorganismos, plantas, insectos, células mamíferas *in vitro*, y mamíferos *in vivo*, induciendo mutaciones genéticas así como anomalías cromosómicas. Se han observado también intercambios entre cromátidas hermanas y aberraciones cromosómicas en linfocitos sanguíneos de monos expuestos por inhalación.

Se ha examinado el potencial del óxido de etileno para causar tanto efectos teratogénicos como reproductivos adversos en cuatro especies animales (ratón, rata, conejo y mono) por dos vías de administración. Los resultados de dichos estudios muestran que la sustancia induce efectos tóxicos en la función reproductiva de machos y hembras. Los niveles necesarios para causar efectos fetales son cercanos o iguales a la dosis necesaria para provocar toxicidad materna.

En estudios experimentales en animales, se demostró claramente que el óxido de etileno es carcinogénico por diferentes vías de exposición (intragástrica, inyección subcutánea e inhalación). La sustancia indujo carcinomas en la parte anterior del estómago (forestomach) en las ratas después de administración oral, y fibrosarcomas subcutáneos en ratones tras inyecciones subcutáneas. En dos estudios de inhalación, los datos confirmatorios demostraron incrementos relacionados con la dosis en las incidencias de leucemia, mesotelioma peritoneal y glioma cerebral.

## 2.6 Efectos en los Seres Humanos

No se dispone de datos sobre monitoreo atmosférico ambiental a partir de los cuales se puedan evaluar los efectos del óxido de etileno en la salud del hombre y en el medio ambiente. Sin embargo, es probable que sea insignificante el riesgo de efectos adversos para la salud por la exposición al óxido de etileno en el aire ambiental, a parte de las emisiones de fuentes puntuales de origen o de derrames accidentales.

Los reportes de casos indican que la cefalea, la náusea, el vómito, la disnea y la irritación del tracto respiratorio son efectos comunes de la exposición

## RESUMEN Y EVALUACIÓN

aguda por inhalación al óxido de etileno. La irritación del tracto respiratorio aumenta al inhalar concentraciones de vapores y puede resultar en una enfermedad pulmonar grave que ponga en peligro la vida después de un período de latencia de varias horas. El colapso cardiovascular y la insuficiencia renal se han atribuido a los residuos del óxido de etileno en equipo médico<sup>a</sup>. Los reportes de casos y los resultados de los estudios en animales indican que pueden presentarse neuropatías sensorimotoras después de exposiciones repetidas a concentraciones de óxido de etileno reconocible por su olor (aproximadamente de 900 mg/m<sup>3</sup> o más). Debido a su alto umbral de olor (900 - 1260 mg/m<sup>3</sup>), el reconocimiento sensorial no ofrece una advertencia adecuada de que existe un peligro para la salud.

Los efectos dermatológicos en el hombre después del contacto cutáneo con el óxido de etileno acuoso incluyen eritema, edema y vesiculación, en ese orden. La gravedad de la lesión cutánea se relaciona con la concentración (siendo más peligrosa una solución al 50% (500 g/litro)) y la duración del contacto. Cuando el óxido de etileno se evapora, puede resultar en una quemadura por congelación. En exposiciones repetidas, la sustancia puede causar dermatitis alérgica por contacto. Las soluciones acuosas del óxido de etileno y sus productos de conversión son irritantes para los ojos y pueden provocar lesión corneal. Se ha observado también que el vapor o los residuos del compuesto en el equipo médico producen efectos irritantes en los ojos y en el tracto respiratorio; con frecuencia se retrasa la aparición de los efectos irritantes oculares y cutáneos. Se han presentado cataratas después de la exposición repetida a concentraciones de vapor reconocibles por su olor (aproximadamente de 900 mg/m<sup>3</sup>).

En el hombre, el óxido de etileno puede inducir aberraciones cromosómicas e intercambios de cromátidas hermanas en linfocitos y micronúcleos en eritrocitos a concentraciones atmosféricas que se pueden encontrar en el lugar de trabajo. Los estudios de la distribución en tejidos han aportado evidencia que compuesto llega a las gónadas, lo que apoya los resultados de mutaciones hereditarias en los insectos y roedores. Por consiguiente, puede considerarse que el óxido de etileno es un mutágeno humano potencial para las células somáticas y germinales.

Los resultados de los estudios en animales sugieren una probable deterioro reproductivo en los varones, pero esta información es inadecuada para evaluar

---

<sup>a</sup> Se han reportado reacciones anafilácticas durante la hemodiálisis, cuando se utiliza equipo esterilizado con óxido de etileno.

## RESUMEN Y EVALUACIÓN

el riesgo fetal. Son insuficientes los datos sobre los efectos reproductivos en los seres humanos. Los resultados de un estudio sugieren un incremento en la tasa de abortos espontáneos en las mujeres embarazadas ocupacionalmente expuestas al óxido de etileno en promedio ponderado en el tiempo de 8 horas de 0.18 - 0.90 mg/m<sup>3</sup>, con concentraciones pico de hasta 450 mg/m<sup>3</sup>. Sin embargo, los datos de exposición son limitados y esto impide establecer una relación entre tasas de abortos y niveles de exposición.

Dos estudios epidemiológicos han demostrado una asociación entre la exposición al óxido de etileno y un mayor riesgo de cáncer, pero ambos trabajos tienen limitaciones. Las concentraciones atmosféricas de óxido de etileno reportadas por ambos estudios eran promedios ponderados con relación al tiempo de  $36 \pm 18$  mg/m<sup>3</sup> y de 10-50 mg/m<sup>3</sup>, con breves exposiciones ocasionales superiores al umbral de olor (900 - 1260 mg/m<sup>3</sup>). Aunque es inadecuada la evidencia de la carcinogenicidad del óxido de etileno solo en el hombre, estas dos investigaciones indican que la exposición al compuesto aumenta el riesgo de malignidad.

Con base en los datos disponibles sobre la naturaleza alquilante del óxido de etileno, la comprobación de los aductos de ADN, las sorprendentes respuestas positivas *in vivo* en los ensayos mutagénicos y clastogénicos, los resultados carcinogénicos positivos reproducibles en animales, y los hallazgos epidemiológicos que sugieren un incremento en la incidencia del cáncer humano, debe considerarse al óxido de etileno como un probable carcinógeno humano, y sus niveles ambientales deben mantenerse tan bajos como sea posible.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible que sean insignificantes los riesgos para la salud de la población general por la exposición al óxido de etileno en el aire ambiental, aparte de las emisiones de fuentes puntuales y del derrame accidental.

Los efectos comunes de las exposiciones por inhalación únicas son cefalea, náusea, vómito, disnea e irritación del tracto respiratorio, que puede resultar en edema pulmonar. Pueden presentarse neuropatías sensorimotoras y cataratas en los ojos después de exposiciones repetidas a una concentración de óxido de etileno reconocible por su olor; el reconocimiento del olor no es una advertencia adecuada de que existe un peligro para la salud. Las soluciones del compuesto en agua son irritantes cutáneos y oculares. El líquido puro puede causar una quemadura por congelación. La absorción cutánea, aún de soluciones diluidas, puede provocar efectos sistémicos. Por exposiciones cutáneas repetidas, las soluciones de óxido de etileno pueden causar dermatitis alérgica por contacto.

Con base en todos los datos disponibles, el óxido de etileno debe considerarse como un mutágeno y un probable carcinógeno humano. Puede plantear un peligro para la reproducción. Sus niveles en el medio ambiente deben mantenerse tan bajos como sea posible.

Tomado de: "Environmental Health Criteria 55: Ethylene Oxide"  
(Criterios de Salud Ambiental 55: Óxido de Etileno (OMS, 1985).

## 4. PELIGROS PARA LA SALUD DEL HOMBRE, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN, ACCIONES DE EMERGENCIA

### 4.1 Principales Peligros para la Salud del Ser Humano, Prevención y Protección, Primeros Auxilios

En la Tarjeta Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, en las páginas 20-23, se indican los peligros para la salud humana relacionados con ciertos tipos de exposición al óxido de etileno, así como las medidas preventivas y de protección, y las recomendaciones para primeros auxilios.

#### 4.1.1 *Asesoría para Médicos*

No se conoce un antídoto específico. Atender de manera sintomática. Si se ha desarrollado una sensibilización cutánea después de una exposición al óxido de etileno, no se debe permitir una mayor exposición. Estar consciente de la posibilidad de neuropatías.

#### 4.1.2 *Asesoría para la Vigilancia de la Salud*

Los seres humanos potencialmente expuestos al óxido de etileno deben someterse a un examen médico periódico que haga énfasis particular en los sistemas pulmonar, hematológico, neurológico y reproductivo, así como en los ojos y la piel. El médico debe estar consciente del mayor riesgo de cáncer y de los efectos reproductivos asociados con la exposición al óxido de etileno.

La exposición al compuesto debe revisarse con regularidad por medio del monitoreo general y/o personal.

### 4.2 Peligros de Explosión e Incendio

#### 4.2.1 *Peligros de Explosión*

Las mezclas de óxido de etileno y aire que contienen 2.7% por volumen o más del compuesto pueden ser explosivas (el punto de inflamación es de -57 °C y ocurre autoignición a 429 °C) y puede inflamarse por fuentes de calor o ignición. El vapor del óxido de etileno está sujeto a una descomposición explosiva a más de 425 °C. El vapor, que es más pesado que el aire, puede desplazarse sobre el suelo e inflamarse a distancia.

El líquido puede polimerizarse con violencia después de iniciación por ácidos, bases o calor. Ciertos cloruros metálicos e hidróxidos metálicos catalizan la polimerización. El óxido de etileno reacciona con violencia con muchos compuestos, que incluyen agentes oxidantes, ácidos, bases orgánicas, amoníaco, aminas, alcoholes, mercaptanos, tioles alcanos y bromoetano.

# PELIGROS PARA LA SALUD DEL HOMBRE, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN, ACCIONES DE EMERGENCIA

## 4.2.2 Peligros de incendio

El óxido de etileno es un gas inflamable. En forma de vapor, quemará sin la presencia de aire o de otros agentes oxidantes.

## 4.2.3 Prevención

Utilizar sistemas cerrados, ventilación, equipo eléctrico e iluminación a prueba de explosión, así como herramientas manuales a prueba de chispas. No usar el óxido de etileno cerca de fuentes de calor o ignición. No fumar. No usar aire comprimido para su llenado, descarga o manejo. Purificar el aire del sistema de descarga antes de descargar. Evitar el contacto del compuesto con materiales incompatibles (sección 4.2.1).

En caso de incendio, cerrar el suministro. Si esto es imposible y no existe riesgo para los alrededores, dejar que el fuego se consuma solo. Enfriar los envases expuestos al fuego por aspersión de agua desde una distancia segura. Los bomberos deberán estar equipados con un aparato de respiración autónomo, protección para los ojos y vestimenta protectora completa.

## 4.2.4 Agentes extinguidores de fuego

La dilución del óxido de etileno en 23 volúmenes de agua eleva su punto de inflamación, reduciendo así la posibilidad de ignición a temperatura ambiente. Puede utilizarse polvo químico seco para extinguir las llamas pequeñas; deberá usarse espuma resistente al alcohol para incendios mayores. Sin embargo, en todos los casos de incendio, el requerimiento básico antes de extinguir las llamas debe ser el tratar de cerrar el escape del vapor.

## 4.3 Almacenamiento

Se debe almacenar el óxido de etileno en un área a prueba de incendios, bien ventilada, bien marcada y fresca, de preferencia lejos de otras sustancias y en el exterior. El área de almacenamiento debe estar circundada por una pared de retención o por un durmiente. Mantener lejos todas las fuentes de ignición y de calor así como de los materiales incompatibles (sección 4.2.1). Los envases para el óxido de etileno pueden estar hechos de acero inoxidable, aluminio 3003, zinc, níquel, cobre, teflón, cerámica o vidrio. Los recipientes de almacenamiento deben contener una capa de presión positiva de nitrógeno inerte. Debe llevarse a cabo un programa de revisión sobre la presión de los recipientes. Los grados de temperatura y la presión del almacenamiento van de 10-15 °C y 240-410 kPa,

# PELIGROS PARA LA SALUD DEL HOMBRE, PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN, ACCIONES DE EMERGENCIA

respectivamente. Cuando se anticipan largos períodos de almacenamiento, se recomienda un menor grado de temperatura para reducir la polimerización. Debe evitarse el almacenamiento prolongado en pequeños envases en los cuales hay una alta proporción de superficie a volumen, porque aumenta el índice de polimerización por la presencia de cualquier metal. No deben permanecer inactivas las mezclas de óxido de etileno y agua durante ningún lapso de tiempo, y se debe monitorear con cuidado la temperatura y la presión de los recipientes que contienen estas mezclas.

## 4.4 Transporte

En caso de accidente, apagar el motor. Eliminar todas las fuentes de ignición. Mantener a los espectadores a distancia, marcar las carreteras y mantenerse en contra del viento. Evacuar el área comprometida por gas venenoso. Usar vestimenta protectora completa y un aparato de respiración autónomo. En caso de derrame o incendio, usar los métodos recomendados en las secciones 4.5 y 4.2, respectivamente. En caso de intoxicación, seguir la asesoría de la sección 4.1. Dar parte de inmediato a la policía y a la brigada contra incendios.

## 4.5 Derrames y Disposición

### 4.5.1 Derrames

Eliminar todas las fuentes de ignición y evacuar el área en peligro. Proveer óptima ventilación, que debe ser a prueba de explosión. El líquido derramado debe ser lavado con agua. Evitar escurrimientos hacia drenajes o alcantarillas (peligro de explosión). Asegurar la protección personal con el uso de un aparato de respiración autónomo y vestimenta protectora completa.

### 4.5.2 Disposición

El óxido de etileno puede eliminarse por evaporación en un área abierta o por combustión, después de la ignición desde una distancia segura. La combustión en un incinerador puede plantear dificultades, a menos que pueda disponerse de un suministro de gas, debido a que el óxido de etileno hierve a 10 °C. Es soluble en agua o alcohol y pueden incinerarse estas soluciones.

## **5. PELIGROS PARA EL MEDIO AMBIENTE Y SU PREVENCIÓN**

El óxido de etileno se evapora del agua. Su degradación en la atmósfera y en el agua neutra es lenta y es más rápida en soluciones ácidas o básicas. Es poco probable la bioacumulación del compuesto y de sus productos de conversión.

La toxicidad del óxido de etileno para los organismos acuáticos es baja. Se consideran insignificantes sus efectos en el ambiente acuático.

Se puede evitar la contaminación del suelo, agua y atmósfera por medio de métodos apropiados de almacenamiento, transporte, manejo y disposición de desechos. En los casos de derrames, aplicar los métodos recomendados en la sección 4.5.1.

## 6. TARJETA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

Esta tarjeta deberá ser puesta a disposición de todos los trabajadores del área de la salud que tengan que ver con el óxido de etileno, así como de los usuarios del producto.

Deberá desplegarse en o cerca de las entradas a las áreas en donde haya una exposición potencial al óxido de etileno, y sobre el equipo de procesamiento y los contenedores. La tarjeta deberá traducirse al(los) idioma(s) del lugar. También deberán explicarse con claridad las instrucciones de la tarjeta a todas las personas potencialmente expuestas al producto químico.

Se dispone de lugar en la tarjeta para la inserción del Límite Nacional de Exposición Ocupacional, la dirección y el número de teléfono del Centro Nacional de Control de Intoxicaciones, e información sobre los nombres comerciales locales.

# TARJETA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS

ÓXIDO DE ETILENO  
(EO, ETO, 1,2-epoxietano, óxido de eteno, oxirano)

## PROPIEDADES FÍSICAS

Peso molecular	
Aspecto	44.05
Olor	gas incoloro etéreo
Umbral de percepción del olor (mg/m <sup>3</sup> )	470
Punto de fusión (°C)	- 111
Punto de ebullición (°C)	10.4
Solubilidad en agua (20 °C)	infinita
Densidad (20 °C) (g/ml)	0.87
Densidad de vapor relativa	1.5
Presión de vapor (20 °C) (kPa)	146
Punto de inflamación (°C) (vaso abierto)	- 57 °C
Límites inflamables (explosivos) (% de vol)	2.7 - 100
Autoignición ( °C)	429
Coefficiente de partición log <i>n</i> -octanol/agua	- 0.30

## OTRAS CARACTERÍSTICAS

Gas incoloro con olor etéreo; el gas es más pesado que el aire, puede desplazarse a lo largo del suelo e inflamarse a distancia; está sujeto a descomposición explosiva a más de 425 °C; el líquido puede polimerizarse con violencia después de iniciación por ácidos, bases o calor; los cloruros metálicos y los hidróxidos metálicos catalizan la polimerización; el óxido de etileno reacciona violentamente con muchos compuestos, incluyendo agentes oxidantes, ácidos, bases orgánicas, amoníaco, aminas, alcoholes, mercaptanos, tioles alcanos y bromoetano; puede inducir efectos adversos a niveles muy por debajo del umbral de olor.

**PELIGROS/SÍNTOMAS**

**PIEL:** Irritación por soluciones en agua; el líquido concentrado puede causar quemadura por congelación con enrojecimiento y dolor.

**OJOS:** Irritación por vapor y líquido; el líquido puro puede causar quemadura por congelación con enrojecimiento, dolor y visión borrosa.

**INHALACIÓN:** Irritación del tracto respiratorio; disnea; efectos en el sistema nervioso central, tales como cefalea, náusea y vómito.

**PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN**

Usar guantes y botas protectores, impermeables y limpios, así como vestimenta completa, impermeable y limpia; no usar prendas de cuero.

Usar una máscara de seguridad o protección para los ojos en combinación con protección para la respiración.

Usar ventilación general a prueba de explosión o con extractor y, para actividades no rutinarias, utilizar un aparato de respiración autónomo.

**PRIMEROS AUXILIOS**

Quitar de inmediato la vestimenta (no en caso de congelación) y los zapatos contaminados; enjuagar con agua por lo menos durante 15 minutos; atender la exposición por inhalación; buscar atención médica.

Enjuagar los ojos abiertos con abundante agua por lo menos durante 15 minutos; atender la inhalación; buscar atención médica.

Sacar a la víctima al aire fresco; mantenerla tranquila y caliente; si ha cesado la respiración, aplicar respiración artificial; transportar al hospital; puede ocurrir edema pulmonar después de un período de latencia.

**TARJETA INTERNACIONAL DE SEGURIDAD  
DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS (continuación)**

PELIGROS/SÍNTOMAS	PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS
<p><b>INGESTIÓN:</b> Irritación de la boca, garganta y estómago; ver inhalación.</p> <p><b>EXPOSICIÓN REPETIDA:</b> Puede considerarse al óxido de etileno como un probable mutágeno y carcinógeno humano; puede plantear un peligro reproductivo; y puede causar dermatitis alérgica por contacto.</p> <p><b>MEDIO AMBIENTE :</b> Baja toxicidad para la vida acuática.</p>	<p>No comer, no beber ni fumar durante el trabajo.</p> <p>Se debe mantener la exposición tan baja como sea factible.</p>	<p>Enjuagar la boca; dar de beber abundante agua; no inducir el vómito; transportar al hospital.</p>
<p><b>MEDIO AMBIENTE :</b> Baja toxicidad para la vida acuática.</p>	<p>Aplicar los métodos apropiados de almacenamiento, transporte, disposición de desechos y de manejo de los derrames (ver a continuación).</p>	

**DERRAMES****ALMACENAMIENTO****INCENDIO Y EXPLOSIÓN**

Eliminar todas las fuentes de ignición; evacuar el área; suministrar ventilación óptima a prueba de explosión; lavar con agua el líquido derramado; asegurar la protección personal con el uso de un aparato de respiración autónomo y vestimenta protectora completa.

Almacenar en un área a prueba de incendios, bien ventilada, fresca y bien rotulada, de preferencia separada y en el exterior; almacenar lejos de sustancias incompatibles; los recipientes de almacenamiento deben tener una capa de nitrógeno de presión positiva.

Inflamable; las mezclas de vapor y aire pueden ser explosivas; utilizar sistemas cerrados, ventilación y equipo a prueba de explosiones; no usar aire comprimido para el llenado, descarga o manejo; ninguna fuente de ignición o de calor; en caso de incendio, mantener los envases frescos por aspersión de agua; extinguir las llamas con bióxido de carbono, sustancia química seca, polvo, agua o espuma.

**DISPOSICIÓN DE DESECHOS**

Evaporar en área abierta; quemar después de ignición desde una distancia segura; incinerar después de disolución en agua o alcohol..

Límite Nacional de Exposición Ocupacional:

Centro Nacional de Control de Intoxicaciones:

Nombres Comerciales Locales:

UN:1040 y 1041



## 7. REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES

La información contenida en esta guía ha sido tomada del archivo legal del "Registro Internacional de Sustancias Químicas Potencialmente Tóxicas" (IRPTC, siglas en inglés) y de otras fuentes de las Naciones Unidas. Su meta es ofrecer al lector una revisión representativa, si bien no exhaustiva, de los reglamentos, guías y normas actuales.

El lector debe estar consciente que las decisiones reglamentarias sobre sustancias, adoptadas en un cierto país, sólo pueden comprenderse por completo dentro de su propio marco legal.<sup>a</sup>

### 7.1 Evaluaciones Previas por Organismos Internacionales

Un Grupo de Trabajo de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, 1985) evaluó la carcinogenicidad del óxido de etileno y concluyó que:

"Se dispone de suficiente evidencia de la carcinogenicidad del óxido de etileno en animales experimentales; es limitada la evidencia de carcinogenicidad humana por las exposiciones al óxido de etileno en combinación con otras sustancias; es inadecuada la evidencia de la carcinogenicidad humana por exposiciones al óxido de etileno sólo. En conjunto, los datos indican que el compuesto es probablemente carcinogénico para los seres humanos." Esta conclusión fue confirmada en 1987.

La Reunión Conjunta sobre Residuos de Plaguicidas (JMPR, siglas en inglés) de la FAO/OMS revisó los datos sobre residuos y la toxicidad del óxido de etileno en 1965, 1968 y 1971. Concluyó que la información disponible era insuficiente para establecer un ingreso diario aceptable (IDA) para el hombre, tanto para el óxido de etileno como para la clorhidrina etilénica y otros productos de la reacción.

### 7.2 Valores Límite de Exposición

En el cuadro de las páginas 26-28 se dan algunos valores límite de exposición.

Cuando no aparece una fecha en vigor en el archivo legal del IRPTC, se indica por (r) el año de referencia del cual se tomó la información.

---

<sup>a</sup> Los reglamentos y las guías de todos los países están sujetos a cambio y deberán verificarse siempre con las autoridades reglamentarias apropiadas antes de su aplicación.

# REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES

## 7.3 Restricciones Específicas

La legislación de la Comunidad Europea prohíbe la comercialización de cosméticos que contengan óxido de etileno.

La legislación de la Comunidad Europea prohíbe la comercialización y el uso de productos para la protección de plantas que contengan óxido de etileno. Sin embargo, los Estados Miembro pueden autorizar temporalmente derogaciones para algunos usos menores hasta el 31 de diciembre de 1989.

En Checoslovaquia, como carcinógeno sospechoso, el usuario debe reportar a las autoridades, el uso y manejo del compuesto. Se indican los requerimientos y las restricciones sobre su manejo, etiquetado, embalaje, almacenamiento y transporte (1985).

Dinamarca prohíbe la manufactura, comercialización e importación de productos o ingredientes alimenticios tratados con óxido de etileno (1986).

En la República Federal de Alemania, se prohíbe o limita el manejo del óxido de etileno a los adolescentes y las mujeres embarazadas o amamantando (1980).

En Kenia, se permite el compuesto para la fumigación de productos alimenticios especificados, y se muestran los niveles máximos del uso (1982 (r)).

En la URSS, se prohíbe el plaguicida de óxido de etileno en los productos alimenticios especificados (1983).

En los EUA., para el ambiente ocupacional, se ha establecido un "nivel de acción" de 0.5 ppm (promedio ponderado con relación a 8 h.) como el nivel por arriba del cual los empleados deben iniciar ciertas actividades de obediencia, tales como monitoreo periódico de la exposición laboral y vigilancia médica (1984).

En el Canadá, su aplicación se limita sólo a los aplicadores comerciales con licencia y los residuos en alimentos deben ser inferiores a 0.1 ppm (1987).

## REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES

### VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN

Medio	Especificación	País/Organización	Descripción del límite de exposición	Valor	Fecha en vigor
AIRE	Ocupacional	Australia	Valor de umbral límite (TLV)* - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)*	90 mg/m <sup>3</sup>	1985 (r)
		Checoslovaquia	Concentración máxima admisible (MAC)* - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)* - Valor techo	1 mg/m <sup>3</sup> b 5 mg/m <sup>3</sup>	1985 1985
		Dinamarca	Valor de umbral límite (TLV)* - Valor techo	1.8 mg/m <sup>3</sup>	1985
		Finlandia	Concentración máxima admisible - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)* - Límite de exposición a corto plazo (STEL)* (Promedio ponderado con relación a 15 min)*	20 mg/m <sup>3</sup> 40 mg/m <sup>3</sup>	1981 1981
		Alemania, República Federal de	Concentración máxima en el lugar de trabajo	retirado (carcinogenicidad)	1986 (r)

AIRE Ocupacional	Alemania, República Federal de	Valor de referencia técnico	5 mg/m <sup>3</sup>	1986
	Hungría	Concentración máxima admisible (MAC)* - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)* - Límite de exposición a corto plazo (STEL)* (Promedio ponderado con relación a 30 min)	1 mg/m <sup>3</sup> 1 mg/m <sup>3</sup>	1985 (r)
	Japón	Concentración máxima admisible (MAC)*	90 mg/m <sup>3</sup>	1982 (r)
	Países Bajos	Límite Máximo - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)*	90 mg/m <sup>3</sup>	1982 (r)
	Rumania	Concentración máxima permisible - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)* - Valor techo	30 mg/m <sup>3</sup> 60 mg/m <sup>3</sup>	1985 (r)
	Suecia	Valor de umbral límite (TLV)* - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)*	9 mg/m <sup>3</sup> <sup>e</sup>	1985
	Suecia	Límite de exposición a corto plazo (Promedio ponderado con relación a 15 min)	18 mg/m <sup>3</sup>	

VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN

AIRE	Ocupacional	Reino Unido	Valor de umbral límite (TLV)*	10 mg/m <sup>3</sup>	1985 (r)
		E.U.A. (OSHA)*	Límite de exposición permisible (PEL)* - Promedio ponderado con relación al tiempo (TWA)*	2 mg/m <sup>3</sup>	1984
		E.U.A. (ACGIH)*	Valor de umbral límite - Promedio ponderado con relación al tiempo	2 mg/m <sup>3</sup>	1986
		URSS	Valor techo	1 mg/m <sup>3</sup>	1977
AIRE	Ambiental	URSS	Concentración máxima admisible (MAC)* - Una vez por día - Promedio por día	0.3 mg/m <sup>3</sup> 0.03 mg/m <sup>3</sup>	1984

\* N. del T. siglas en inglés

<sup>a</sup> TWA : promedio ponderado con relación al tiempo para un día de trabajo ( en general de 8 horas).

<sup>b</sup> Se tienen sospechas de que es un potencial carcinógeno para el ser humano.

<sup>c</sup> Carcinogénico; para plantas nuevas y renovadas, es deseable un TWA de 1.8 mg/m<sup>3</sup>.

# REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES

## 7.4 Etiquetado, Embalaje y Transporte

La legislación de la Comunidad Europea requiere etiquetado como sustancia peligrosa utilizando el (los) símbolo(s):



Yderst let antaendelig  
Hochentzündlich  
Εξοχωζ ευφλεκτο  
Extremely flammable  
Extrêmement inflammable  
Estremamente infiammabile  
Zeer licht ontvlambaar



Giftig  
Giftig  
Τοξικο  
Toxic  
Tóxico  
Toxique  
Tossico  
Vergiftig

La etiqueta debe decir:

*puede causar cáncer; puede causar daño genético hereditario; gas licuado extremadamente inflamable; tóxico por inhalación; irritante para los ojos, sistema respiratorio y piel; no se recomienda para uso en interiores en grandes áreas de superficie; mantener el envase cerrado herméticamente, en un lugar fresco y bien ventilado; mantener lejos de fuentes de ignición - no fumar; tomar medidas de precaución contra descargas estáticas; si hay malestar, buscar atención médica (mostrar la etiqueta en donde sea posible)*

La legislación de la Comunidad Europea sobre el etiquetado de las preparaciones de plaguicidas clasifica al óxido de etileno en la Clase I/a con el propósito de definir la etiqueta para las preparaciones que contienen óxido de etileno y otros ingredientes activos.

La Organización Marítima Internacional clasifica al óxido de etileno como un gas inflamable, ligeramente tóxico (licuado) (Clase de Peligro 2 (3,6.1)).

La etiqueta recomendada es:



Fondo: rojo

# REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES

En los EUA, ciertas embarcaciones especificadas que transportan óxido de etileno a granel y fletadas hacia, o partiendo de puertos de Estados Unidos deben notificar al capitán del puerto por lo menos con 24 horas de anticipación y deben darle cierta información (1983 (r)).

## 7.5 Disposición de Desechos

En la República Federal de Alemania, la emisión al aire de compuestos orgánicos de la Clase I, que incluye al óxido de etileno, no debe exceder (como la suma de todos los compuestos en esta clase) una concentración de masa de  $20 \text{ mg/m}^3$  a un flujo de masa de más de  $0.1 \text{ kg/h}$ . Si están presentes compuestos de clases diferentes, la concentración de masa no debe exceder  $30 \text{ mg/m}^3$  (1982 (r)).

En los E.U.A., cualquier desecho sólido (excepto doméstico) que contenga óxido de etileno debe señalarse como un desecho peligroso (sujeto a reglamentos de manejo, transporte, tratamiento, almacenamiento y disposición, así como a requerimientos de permiso y notificación) a menos que se demuestre que el desecho no plantea una amenaza para la salud humana o para el medio ambiente, cuando se le maneja en forma inapropiada. Si el óxido de etileno es un producto químico comercial, se identifica como "desecho tóxico", sujeto a reglamentos de manejo, transporte, tratamiento, almacenamiento y disposición, así como a requerimientos de permiso y notificación (1980). El dueño u operador de un incinerador de desechos peligrosos debe lograr una destrucción y eficacia de eliminación del 99.99 % para esta sustancia, si se le designa como el principal constituyente orgánico peligroso en su permiso de la EPA (1981). Bajo el Acta Completa de Respuesta, Compensación y Confiabilidad Ambiental de 1980 (CERCLA, siglas en inglés), a menos que sea de acuerdo con un permiso o procedimiento especificado, los dueños/operadores de embarcaciones o instalaciones costeras o en mar abierto deben notificar al gobierno de los EUA. (Centro Nacional de Respuesta) de cualquier fuga de la sustancia peligrosa en o sobre aguas navegables, cercanas a las costas, en la zona contigua o más allá de ésta o bien en cualquier otro medio ambiente (aire, tierra o aguas freáticas) en una cantidad igual o superior a 0.454 kilogramos en cualquier período de 24 horas (1985 (r)).

## 7.6 Otras medidas

La legislación de la Comunidad Europea sobre los peligros de accidentes mayores de ciertas actividades industriales prevé que el fabricante debe tomar todas las medidas necesarias para evitar los accidentes y para limitar sus

## REGLAMENTOS, GUÍAS Y NORMAS ACTUALES

consecuencias para el hombre y el medio ambiente, cuando procesa óxido de etileno o cuando lo almacena en cantidades iguales o superiores a 50 toneladas.

Además, cuando se procesa óxido de etileno en cantidades iguales o superiores a 50 toneladas, o se le almacena en cantidades iguales o superiores a 300 toneladas, debe notificarse a las autoridades competentes incluyendo información sobre la sustancia, las instalaciones, así como sobre las posibles situaciones de accidentes mayores y los planes de emergencia.

## BIBLIOGRAFÍA

BREThERICK, L. (1981) *Hazards in the chemical laboratory*, 3rd ed. London, The Royal Society of Chemistry.

CEC (1984) *Classification and labelling of dangerous substances*. Brussels, Commission of the European Communities.

DUTCH CHEMICAL INDUSTRY ASSOCIATION (1980) *Handling chemicals safely*, 2nd. ed. Dutch Association of Safety Experts, Dutch Safety Institute.

GOSELIN, R.E., SMITH, R.P., HODGE, H.C., & BRADDOCK, J.E. (1976) *Clinical toxicology of commercial products*. 5th ed. Baltimore, Maryland, Williams and Wilkins Company.

HOMMEL, G. (1987) [*Handbook of dangerous goods.*] 2nd ed. Berlin, Springer Verlag (in German).

IARC (1972-present) *IARC monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Man*. Lyons, International Agency for Research on Cancer.

IRPTC (1985) *IRPTC file on treatment and disposal methods for waste chemicals*. Geneva, International Register of Potentially Toxic Chemicals. United Nations Environment Programme.

IRPTC (1987) *IRPTC legal file 1986*. Geneva, International Register of Potentially Toxic Chemicals. United Nations Environment Programme.

IRPTC *Data profile on individual chemical substances*. Geneva, International Register of Potentially Toxic Chemicals, United Nations Environment Programme (unpublished file).

SAX, N.I. (1984) *Dangerous properties of industrial materials*. New York, Van Nostrand Reinhold Company, Inc.

UNITED NATIONS (1986) *Recommendations on the transport of dangerous goods*. 4th ed., New York, United Nations.

US NIOSH *Current intelligence bulletins*. Washington, D.C. US Department of Health, Education and Welfare.

US NIOSH (1976) *A guide to industrial respiratory protection*. Cincinnati, Ohio, US National Institute for Occupational Safety and Health. pp. 76-189.

## BIBLIOGRAFÍA

US NIOSH/OSHA (1981) *Occupational health guidelines for chemical hazards*. 3 Vols. Washington DC, US Department of Health and Human Services, US Department of Labor (Publication No. DHSS(NIOSH) 01-123).

US NIOSH/OSHA (1981) *Pocket guide to chemical hazards*. Washington DC, US Department of Health, Education and Welfare, US Department of Labor (Publication No. 85.114).

WHO (1985) *EHC No. 55: Ethylene oxide*. Geneva, World Health Organization, 78 pp.