

## 4.19

# Metanol

- 4.19.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA
  - 4.19.1.1 SINONIMOS
  - 4.19.1.2 DESCRIPCION
  - 4.19.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES
  - 4.19.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS
  - 4.19.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS
    - 4.19.1.5.1 Incompatibilidades
- 4.19.2 PRODUCCIÓN, APLICACIONES Y USOS
  - 4.19.2.1 PRODUCCION
  - 4.19.2.2 APLICACIONES Y USOS
- 4.19.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD
  - 4.19.3.1 INHALACION
  - 4.19.3.2 CONTACTO CON PIEL / OJOS
  - 4.19.3.3 INGESTION
  - 4.19.3.4 EFECTOS CRÓNICOS
  - 4.19.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS
- 4.19.4 INFORMACIÓN TOXICOLOGICA
- 4.19.5 RESPUESTA A ACCIDENTES
  - 4.19.5.1 PRIMEROS AUXILIOS
    - 4.19.5.1.1 Exposición en Ojos
    - 4.19.5.1.2 Exposición en la piel
    - 4.19.5.1.3 Inhalación
    - 4.19.5.1.4 Ingestión
    - 4.19.5.1.5 Rescate
  - 4.19.5.2 INCENDIOS
  - 4.19.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS
- 4.19.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL
- 4.19.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL
  - 4.19.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA

- 4.19.8 **CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA**
  - 4.19.8.1 **FRASES DE SEGURIDAD**
  - 4.19.8.2 **ALMACENAMIENTO**
    - 4.19.8.2.1 **Almacenamiento a Pequeña escala**
    - 4.19.8.2.2 **Almacenamiento a Gran Escala**
- 4.19.9 **USOS Y CONTROLES**
- 4.19.10 **COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE**
  - 4.19.10.1 **AIRE**
  - 4.19.10.2 **AGUA**
  - 4.19.10.3 **SUELO**
- 4.19.11 **ECOTOXICIDAD**
- 4.19.12 **LINEAMIENTOS DE GESTION AMBIENTAL PARA SU DISPOSICIÓN**
- 4.19.13 **BIBLIOGRAFÍA**

#### 4.19.1 IDENTIDAD DE LA SUSTANCIA QUÍMICA <sup>(4,6)</sup>

Fórmula Molecular: CH<sub>3</sub>OH

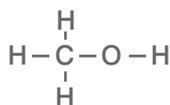
Estructura Molecular:

CAS: 67-56-1

Número UN: 1230

Riesgo Principal UN: 3

Riesgo Secundario ONU: 6.1



##### 4.19.1.1 SINÓNIMOS

Metanol, Alcohol Metílico, Metil Alcohol, Carbinol, Hidroximetano, Metilol, Monohidroximetano, espíritu de la madera, alcohol de madera. <sup>(2,5)</sup>

##### 4.19.1.2 DESCRIPCIÓN <sup>(5)</sup>

El Metanol es un líquido incoloro, volátil e inflamable con un ligero olor alcohólico en estado puro. Es un líquido altamente venenoso y nocivo para la salud. Es miscible en agua, alcoholes, ésteres, cetonas y muchos otros solventes; además, forma muchas mezclas azeotrópicas binarias. Es poco soluble en grasas y aceites. <sup>(4,5)</sup>

Hay métodos analíticos, principalmente la cromatografía de gases (CG) con detección por ionización de llama (DIL), para la determinación del Metanol en diversos medios (aire, agua, suelo y sedimentos) y productos alimenticios, así como para la determinación del Metanol y de su principal metabolito, el formiato, en los líquidos y tejidos corporales. Además de la CG-DIL, en la determinación del formiato en la sangre, la orina y los tejidos se utilizan procedimientos enzimáticos con resultados finales colorimétricos.

Para la determinación del Metanol en el lugar de trabajo se suele comenzar con la recolección y concentración en silica-gel, seguida de extracción acuosa y CG-DIL o análisis de CG-espectrometría de masa del extracto.

El Metanol está disponible comercialmente en varios grados de pureza:

1. Síntesis, (corresponde al Metanol comercial normal).
2. De calidad analítica certificada.
3. En condiciones de extrema pureza para manufactura de semiconductores.

Las principales impurezas que se pueden encontrar en el Metanol corresponden a sustancias como acetona, acetaldehído, ácido acético y agua.

##### 4.19.1.3 COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS INGREDIENTES <sup>(11)</sup>

Ingrediente	Por Ciento	Peligroso
Alcohol Metílico	100%	Si

##### 4.19.1.4 PROPIEDADES FÍSICAS <sup>(4,5)</sup>

Tabla 60. Propiedades físicas del Metanol

PROPIEDAD	VALOR
Peso Molecular (g/mol)	32,04
Punto de Ebullición (°C)	67,4; 760 mmHg
Punto de Fusión (°C)	-97,8

CH<sub>3</sub>OH

Metanol

**Tabla 60. Propiedades físicas del Metanol (continuación)**

PROPIEDAD	VALOR
<b>Presión de Vapor (mmHg)</b>	92; 20 °C
	126; 25°C
	160; 30 °C
<b>Gravedad Específica (Agua = 1)</b>	0.7915; 20/4 °C
	0.7866; 25 °C
<b>Densidad del Vapor (Aire = 1)</b>	1,11
<b>pH</b>	No Reportado
<b>Solubilidad en agua</b>	Miscible
<b>Log Kow</b>	-0,67
<b>Límites de Inflamabilidad (% vol)</b>	5,5 – 44
<b>Temperatura de Auto Ignición (°C)</b>	470
<b>Punto de Inflamación (°C)</b>	15,6; copa abierta
	12,2; copa cerrada

#### 4.19.1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS

El Metanol presenta reacciones que son típicas para alcoholes de su clase. Las reacciones de particular importancia en la industria son principalmente deshidrogenación y deshidrogenación oxidativa sobre óxido de Plata o Molibdeno-Hierro para la producción de Formaldehído; la reacción con Isobutileno usando catalizadores ácidos, para formar metil terciaril butil éter (MTBE); carbonación a ácido acético usando como catalizador Cobalto o Rodio; esterificación con ácidos orgánicos y derivados ácidos; eterificación; adición a enlaces no saturados y reemplazo del grupo hidroxilo<sup>(5)</sup>.

El Metanol líquido y sus vapores son sustancias muy inflamables y que al contacto con el aire pueden llegar a ser explosivas. Esto representa un problema de seguridad potencialmente grande<sup>(3)</sup>.

##### 4.19.1.5.1 Incompatibilidades

El calor contribuye a su inestabilidad, además, el contacto con agentes oxidantes fuertes puede causar incendios y explosiones. En un incendio con Metanol, se pueden liberar gases y vapores tóxicos, como monóxido de carbono y formaldehído. Se debe tener especial cuidado, ya que el Metanol ataca cierto tipo de plásticos, cauchos y revestimientos. Puede reaccionar con aluminio metálico a altas temperaturas.<sup>(9)</sup>

#### 4.19.2 PRODUCCIÓN APLICACIONES Y USOS

##### 4.19.2.1 PRODUCCIÓN<sup>(5,10)</sup>

La fuente de Metanol importante más antigua (alcohol de madera) es la destilación seca de madera a 350°C, que fue empleada de 1830 a 1930 aproximadamente. En los países en los cuales la madera es abundante y los productos de madera constituyen una industria muy importante, el Metanol aún se obtiene por medio de este procedimiento. Sin embargo, el Metanol obtenido de la madera contiene más contaminantes, principalmente acetona, ácido acético y alcohol alílico, que el Metanol de grado químico actualmente disponible.

El Metanol se obtenía también como producto de la oxidación no catalítica de hidrocarburos (un procedimiento descontinuado en USA en 1973), y como un subproducto de la síntesis de Fischer-Tropsch, la cual ya no tiene importancia industrial.

La moderna producción industrial a escala de Metanol está basada exclusivamente en la conversión catalítica de gases de síntesis presurizados (Hidrogeno, Monóxido y Dióxido de Carbono) en presencia de catalizadores metálicos

heterogéneos. Todos los materiales carbonáceos como coque, gas natural, petróleo y fracciones obtenidas del petróleo (asfalto, gasolina, compuestos gaseosos) se pueden emplear como materias primas para la producción de gases de síntesis.

La presión de síntesis requerida depende de la actividad del catalizador metálico empleado, los catalizadores de cobre, óxido de zinc y alúmina son los más efectivos en las plantas industriales de Metanol. Estos catalizadores permiten la síntesis del producto con una alta selectividad, la mayoría de las veces por encima del 99%, referida a la adición de  $\text{CO}_x$ . Las siguientes impurezas son importantes en la producción de Metanol a gran escala:

1. Formación de alcoholes pesados obtenidos a partir de catalizadores con trazas de álcali.
2. Hidrocarburos obtenidos usando catalizadores con contenido de hierro, cobalto y níquel, de acuerdo al proceso de Fischer-Tropsch.
3. Ésteres.
4. Dimetil éter.
5. Cetonas.

La formación de la mayoría de los subproductos de gases de síntesis, particularmente especies de  $\text{C}_2^+$ , se favorece termodinámicamente sobre la síntesis de Metanol. Debido a que el Metanol es el producto principal, las reacciones en las que se obtienen subproductos se controlan cinéticamente. Además de la composición del gas de alimentación y de las características del catalizador, la temperatura y el tiempo de residencia del catalizador son determinantes en la formación de subproductos, un incremento en estos parámetros eleva la proporción de subproductos.

Por convención, los procesos están clasificados de acuerdo a la presión utilizada: procesos a bajas presiones, 50-100 atmósferas; procesos a presiones moderadas, 100-200 atmósferas; y procesos a altas presiones, 200-350 atmósferas. Los procesos a altas presiones emplean catalizadores de óxido de zinc y cromo, pero debido a los costos del manejo de altas presiones no es económicamente viable. Debido a esto fue necesario desarrollar una tecnología a bajas presiones, la cual utiliza catalizadores que contienen óxidos de cobre y zinc usando además aditivos estabilizadores que proporcionan una selectividad mayor obteniéndose así una pureza superior al 99.5% reduciendo drásticamente la formación de subproductos e inclusive eliminándolos del todo. Esta tecnología es la más ampliamente utilizada a nivel mundial y tenida en cuenta por el 55% de la capacidad de Metanol en USA durante 1980.

Casi todo el Metanol producido en países industrializados como Estados Unidos se obtiene a partir de gas natural. Una pequeña cantidad de Metanol se obtiene como subproducto de la oxidación de butano en la producción de ácido acético y de la destilación destructiva de madera para la producción de carbón vegetal.

La composición de Metanol obtenido directamente de la síntesis sin purificación o purificación parcial varía de acuerdo a la síntesis (pe., presión, catalizador). Las principales impurezas incluyen un 5-20% (en volumen) de agua, alcoholes más grandes (etanol principalmente), formiato de metilo y ésteres mayores, y pequeñas cantidades de éteres y aldehídos. El Metanol es purificado por destilación, la complejidad requerida depende de la pureza deseada en el Metanol y de la pureza del Metanol crudo.

La producción de Metanol a partir de carbón, siendo independiente de las reservas de gas natural y petróleo, se contempla por ser una alternativa atractiva de existencias en algunas partes del mundo. Nuevas aproximaciones a la producción de Metanol que se han sugerido incluyen la conversión catalítica a partir de dióxido de carbono e hidrógeno evitando el reformado por vapor convencional y la conversión catalítica directa de metano a Metanol.



Metanol

#### 4.19.2.2 APLICACIONES Y USOS <sup>(4, 5)</sup>

El Metanol tiene una gran variedad de aplicaciones industriales. Su uso más frecuente es como materia prima para la producción de metil t-butil éter (MTBE), que es un aditivo para gasolina. También se usa en la producción de formaldehído, ácido acético, cloro metanos, metacrilato de metilo, metilaminas, dimetil tereftalato y como solvente o anticongelante en pinturas en aerosol, pinturas de pared, limpiadores para carburadores, y compuestos para limpiar parabrisas de automóviles.

El Metanol es un sustituto potencial del petróleo. Se puede usar directamente como combustible reemplazando la gasolina en las mezclas gasolina-diesel. El Metanol tiene mayor potencial de uso respecto a otros combustibles convencionales debido a que con esta sustancia se forma menor cantidad de ozono, menores emisiones de contaminantes, particularmente benceno e hidrocarburos aromáticos poli cíclicos y compuestos sulfurados; además presenta bajas emisiones de vapor. Por otra parte, la posibilidad de mayores emisiones de formaldehído, su elevada toxicidad y, en el momento, la baja rentabilidad, favorecen el uso de combustibles convencionales.

Para motores de gasolina, el Metanol puro (llamado combustible M100) o mezclas de 3, 15 y 85% de Metanol con productos del petróleo convencionales (M3, M15, M85) son las más comunes. En motores diesel el Metanol no se puede usar de forma exclusiva debido a su bajo octanaje que no permite una apropiada ignición. Por lo tanto, el Metanol se inyecta dentro del cilindro después de la ignición del diesel convencional.

El Metanol se usa en sistemas de refrigeración, por ejemplo en plantas de etileno, y como anticongelante en circuitos de calentamiento y enfriamiento. Sin embargo, su uso como anticongelante en motores ha disminuido drásticamente gracias al uso de productos derivados del glicol. El Metanol se adiciona al gas natural en las estaciones de bombeo de las tuberías para prevenir la formación de hidratos de gas a bajas temperaturas y se puede reciclar después de que se remueve del agua. El Metanol también se usa como un agente de absorción en depuradores de gas para remover, por ejemplo, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno. Una gran cantidad de Metanol se usa como solvente. El Metanol puro no se usa comúnmente como solvente, pero se incluye en mezclas solventes.

El Metanol también se usa en la denitrificación de aguas de desecho, en la aplicación de tratamientos para aguas residuales, como sustrato en la producción de fermentación de proteína animal, como hidrato inhibidor en el gas natural, y en la Metanólisis de tereftalato de polietileno de desechos plásticos reciclados.

#### 4.19.3 EFECTOS SOBRE LA SALUD <sup>(3, 6, 10)</sup>

##### Frases de Riesgo <sup>(6, 7)</sup>

**R11:** Fácilmente inflamable

**R23/24/25:** Tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel

**R39/23/24/25:** Tóxico: peligro de efectos irreversibles muy graves por inhalación, contacto con la piel e ingestión

El Metanol está presente de forma natural en el ser humano, los animales y las plantas. Es un elemento constitutivo natural en la sangre, orina, la saliva y el aire expirado. Se ha descrito una concentración media de Metanol en orina de 0,73 mg/litro (intervalo de 0,3-2,61  $\mu$ g/litro) en individuos no expuestos y una gama de 0,06 a 0,32  $\mu$ g/litro en el aire expirado.

Las dos fuentes más importantes de acumulación básica de Metanol y formiato en el organismo son la alimentación y los procesos metabólicos. El Metanol está disponible en la alimentación principalmente a partir de las frutas y hortalizas frescas, los zumos de fruta (promedio de 140 mg/litro, margen de variación de 12 a 640 mg/litro), las bebidas fermentadas (hasta 1,5 g/litro) y los alimentos de dieta (sobre todo bebidas no alcohólicas). El aspartame es un edulcorante artificial muy utilizado, y al hidrolizarse el 10% (por peso) de la molécula se convierte en Metanol libre, que queda disponible para la absorción.

Una exposición a Metanol puede ocurrir en el sitio de trabajo o en un ambiente en el cual se libera aire, agua o vapores contaminados. La exposición puede ocurrir cuando el personal usa cierto tipo de pinturas, en aerosol, para paredes, algunos líquidos limpiaparabrisas y combustibles de motores pequeños. El Metanol entra al cuerpo al respirar aire contaminado o cuando se consume agua o comida contaminada. También se puede absorber por contacto con la piel. No permanece en el cuerpo debido a su ruptura y se remueve mediante el aire exhalado o en la orina.

Los efectos del Metanol en la salud humana y el ambiente dependen de la cantidad de Metanol que esté presente y de la frecuencia y el tiempo de exposición. Los efectos también dependen de la salud de la persona o de las condiciones del ambiente cuando ocurre la exposición.

Existen muchos casos documentados en donde se ha reportado que la ingestión de grandes cantidades de Metanol ha causado la muerte. Beber pequeñas cantidades no letales, afecta el sistema nervioso humano. Los efectos van desde dolores de cabeza hasta descoordinación similar a la asociada al estado de embriaguez. A los efectos embriagantes del Metanol pueden seguir efectos retardados como dolor abdominal severo, fuertes dolores en piernas y espalda. Pérdida de visión e incluso ceguera pueden ocurrir después de la exposición a cantidades de Metanol que causan estado de embriaguez. Estos efectos no ocurren con niveles de Metanol de exposición normal en el ambiente.

Los efectos en la salud humana asociados al consumo de pequeñas cantidades de Metanol por largos períodos de tiempo son desconocidos. Los trabajadores que están expuestos en repetidas ocasiones a Metanol han experimentado efectos adversos severos. Los efectos incluyen dolores de cabeza, desordenes en el sueño, problemas gastrointestinales y daños en el nervio óptico. Estudios de laboratorio muestran que exposiciones repetidas a grandes cantidades de Metanol en el aire o en agua consumida causa efectos similares en animales.

Las emisiones de Metanol se derivan principalmente de los diversos usos industriales y domésticos como disolvente, su producción, la manufactura, las pérdidas durante el almacenamiento a granel y la manipulación.

El Metanol se absorbe fácilmente por inhalación, ingestión y exposición cutánea y se distribuye rápidamente en los tejidos siguiendo la distribución del agua corporal. Por los pulmones y los riñones se excreta una pequeña cantidad de Metanol que no ha sufrido cambios.

En países donde la producción de metanol es muy avanzada e industrializada, los límites de exposición para la higiene del trabajo parecen indicar que los trabajadores están protegidos de cualquier efecto adverso si la exposición no supera un promedio ponderado en el tiempo de 260 mg/m<sup>3</sup> (200 ppm) de Metanol en cualquier jornada de trabajo de 8 horas y en una semana laboral de 40 horas. La exposición al Metanol de la población en general por medio del aire es normalmente 10 000 veces inferior a los límites ocupacionales.

Los datos sobre la presencia del Metanol en el agua potable de uso inmediato son limitados, pero con frecuencia se encuentra Metanol en efluentes industriales.

En el caso que el uso previsto del Metanol como combustible alternativo o mezclado con otros combustibles aumente considerablemente, cabe prever que habrá una exposición generalizada al Metanol por medio de la inhalación de vapores procedentes de los vehículos que funcionen con él y del bombeo o la absorción cutánea de combustibles o mezclas de Metanol.

#### 4.19.3.1 INHALACIÓN <sup>(5,6)</sup>

La Inhalación de Metanol es la ruta de entrada más común. Experiencias en salud ocupacional y estudios en voluntarios muestran que el Metanol se absorbe rápidamente después de que se inhala.

CH<sub>3</sub>OH

Metanol

Se ha caracterizado la relación entre la exposición por inhalación de Metanol, sus concentraciones, la duración de la exposición y la concentración de Metanol en la orina. Esta última depende estrictamente de la duración y la intensidad de la exposición, sugiriendo así que un análisis de la presencia de este compuesto en la orina sería un parámetro bastante confiable para evaluar el grado de exposición al Metanol.

Los efectos asociados a la inhalación de Metanol en concentraciones elevadas incluyen tos, mareo, náuseas, dolor de cabeza, debilidad y perturbaciones visuales.

#### **4.19.3.2 CONTACTO PIEL / OJOS <sup>(5,6)</sup>**

Se sabe que el Metanol puro posee una gran difusión a través de la epidermis debido al daño que ocasiona en la capa de tejido de la córnea (la capa delgada de células de queratina que comprende la capa más externa de la epidermis). La permeabilidad de la piel al Metanol puro es de 10.4 mg/cm<sup>2</sup> por hora.

Cuando se expone la piel al contacto con Metanol, éste se absorbe de forma inmediata, causando desecamiento y enrojecimiento de la zona implicada. El contacto directo con los ojos causa enrojecimiento y ardor severo.

#### **4.19.3.3 INGESTIÓN <sup>(5,6)</sup>**

El Metanol se absorbe rápidamente por el tracto gastrointestinal con un pico de absorción de ocurrencia en 30-60 min. dependiendo de la presencia o ausencia de comida en el estómago.

La ingestión de Metanol se ha reportado como la ruta principal de exposición en la mayoría de los casos reportados de envenenamiento agudo con esta sustancia por causa de la ingestión de licores adulterados.

Durante un envenenamiento con Metanol en humanos, las concentraciones de Metanol y ácido fórmico en la sangre y orina varían. Dichas concentraciones dependen fuertemente de la dosis y el tiempo de exposición entre otros.

Tras la digestión y absorción de Metanol, que se alcanza en un lapso entre 30 y 90 minutos, se distribuye por todo el organismo con un volumen de distribución aproximado de 0,6 litros/kg.

El Metanol se metaboliza principalmente en el hígado siguiendo una fase oxidativa secuencial a formaldehído, ácido fórmico y anhídrido carbónico. El paso inicial consiste en la oxidación a formaldehído por acción de una enzima conocida como alcohol deshidrogenasa hepática. La afinidad relativa de la alcohol deshidrogenasa por el etanol y el Metanol es aproximadamente de 20:1. En el segundo paso, el formaldehído se oxida por acción de la enzima a ácido fórmico o formiato, en función del pH. Finalmente en el tercer paso se transforma el ácido fórmico hasta anhídrido carbónico.

La ingestión de Metanol puede causar dolor abdominal. Deficiencias respiratorias, vómito, convulsiones e incluso inconciencia, además de los efectos ya mencionados por inhalación.

La intoxicación aguda con Metanol se manifiesta inicialmente con signos de narcosis, seguido por un período latente en el cual ácido fórmico se acumula en el cuerpo causando acidosis metabólica (disminución del pH de la sangre). Se presentan dolores abdominales severos, en piernas y espalda, y degeneración visual que puede llegar a la ceguera <sup>(4,6)</sup>.

Debido a los efectos adversos retardados en la exposición de Metanol, una persona se puede recuperar de los efectos inmediatos y recaer luego de alrededor de 30 horas <sup>(9)</sup>.

El envenenamiento por dosis no letales de Metanol se puede describir en tres etapas: (1) estado de narcosis similar al causado por el etanol; (2) un período latente de 10-15 horas; (3) perturbaciones visuales y lesiones en el sistema

nervioso central. Las perturbaciones visuales pueden degenerar a ceguera y llegar al grado de edema de retina y atrofia de la cabeza del nervio óptico. Esta tercera etapa incluye dolor de cabeza, náusea, mareo, dolor abdominal, de piernas, de espalda y delirio que puede terminar en estado de coma <sup>(4)</sup>.

#### 4.19.3.4 EFECTOS CRÓNICOS

Una exposición crónica a Metanol, ya sea de forma oral o por inhalación, causa dolor de cabeza, insomnio, problemas gastrointestinales y ceguera. Además causa conjuntivitis y mareos. El contacto con la piel de manera prolongada y en repetidas ocasiones puede causar dermatitis <sup>(4,6)</sup>.

#### 4.19.3.5 EFECTOS SISTÉMICOS

##### 4.19.3.5.1 Efectos Cardiovasculares

No se encontraron estudios referidos a los efectos cardiovasculares de la exposición, ingestión o contacto con Metanol.

##### 4.19.3.5.2 Efectos Hematológicos

No se encontraron estudios referidos a los efectos hematológicos de la exposición, ingestión o contacto con Metanol.

##### 4.19.3.5.3 Efectos Musculares

No se encontraron estudios referidos a los efectos músculo esqueléticos de la exposición, ingestión o contacto con Metanol.

##### 4.19.3.5.4 Efectos Hepáticos

No se encontraron estudios referidos a los efectos hepáticos de la exposición, ingestión o contacto con Metanol.

##### 4.19.3.5.5 Efectos Renales

No se encontraron estudios referidos a los efectos renales de la exposición, ingestión o contacto con Metanol.

##### 4.19.3.5.6 Efectos Neurológicos <sup>(5)</sup>

El Metanol causa depresión del sistema nervioso central y cambios en el sistema ocular. Dosis no letales pueden ocasionar ceguera.

#### 4.19.4 INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA <sup>(12)</sup>

DL<sub>50</sub> (oral, ratas): 7,5 g/kg

CL<sub>50</sub> (inhalación, ratas): 64000 ppm/4horas

DL<sub>50</sub> (piel, conejos): 20 g/kg

Se ha investigado por cuenta de sus posibles efectos mutagénicos y reproductivos.

#### 4.19.5 RESPUESTA A ACCIDENTES

Toda persona que entre en contacto con un material químico peligroso no solo debe estar atento a realizar medidas preventivas sino también debe conocer acerca de procedimientos de emergencia, que pueden ayudar a evitar que un incidente menor se transforme en una catástrofe.

##### 4.19.5.1 PRIMEROS AUXILIOS

En el evento de emergencia, se deben suministrar procedimientos de primeros auxilios y remitir a la víctima para asistencia médica.

##### 4.19.5.1.1 Exposición en Ojos <sup>(9)</sup>

Si Metanol entra en contacto con los ojos, ellos se deben lavar inmediatamente con grandes cantidades de agua,

CH<sub>3</sub>OH

Metanol

levantando el párpado superior e inferior ocasionalmente. Se debe acudir por atención médica tan pronto como sea posible. Nunca se deben portar lentes de contacto cuando se trabaje con esta sustancia. Si existen objetos extraños en los ojos, como lentes de contacto, éstos se deben retirar primero antes de efectuar cualquier procedimiento. La víctima siempre debe recibir atención médica.

#### **4.19.5.1.2 Exposición en la Piel <sup>(9)</sup>**

Si Metanol entra en contacto con la piel, se debe irrigar el área afectada con abundante agua. Si la ropa se moja con alcohol metílico, ésta se debe remover inmediatamente y se debe lavar la piel afectada con agua. Si se presenta irritación en la piel, se debe recibir atención médica lo más pronto posible.

#### **4.19.5.1.3 Inhalación <sup>(9)</sup>**

Si una persona aspira grandes cantidades de alcohol metílico, se debe ubicar la persona expuesta en un área de aire fresco en el menor tiempo posible. Si la respiración de la víctima se ha detenido, se deben administrar técnicas de respiración artificial. La persona afectada se debe mantener caliente y en reposo y debe recibir atención médica tan pronto como sea posible.

#### **4.19.5.1.4 Ingestión <sup>(9)</sup>**

Si una persona ha ingerido alcohol metílico, se debe prestar atención médica inmediata. Si no está disponible la atención médica, se debe inducir el vómito introduciendo un dedo en la garganta o administrando almíbar de ipecacuana directamente del envase. Esta es una droga que no requiere prescripción y que se encuentra disponible en muchas droguerías; debe existir una reserva de ella en el sitio de trabajo en caso de emergencia. No se debe inducir el vómito en una persona en estado de inconciencia. Para minimizar los efectos de esta sustancia en el organismo, se puede hacer ingerir a la persona afectada una cantidad equivalente a 100 ml de una bebida alcohólica concentrada como whisky o vodca. No se debe administrar nada por vía oral a una persona en estado de inconciencia.

#### **4.19.5.1.5 Rescate <sup>(9)</sup>**

La persona afectada se debe retirar del lugar de exposición evitando la exposición al peligro del rescatista o persona que dirija los procedimientos de primeros auxilios. Para mejor desempeño en momentos de emergencia, se deben aprender los procedimientos de emergencia de la instalación y conocer la ubicación del equipo de rescate antes que se presente la necesidad.

#### **4.19.5.2 INCENDIOS <sup>(6, 10)</sup>**

Esta sustancia es altamente inflamable. En caso de la existencia de un incendio que involucre esta sustancia, se puede utilizar polvo químico seco, espuma resistente al alcohol, agua en grandes cantidades o dióxido de carbono. La llama producida por el Metanol es casi invisible a la luz del día, por lo que en caso de incendio es difícil de controlar. La llama no produce hollín, además, durante su combustión con escasa presencia de oxígeno permite la formación de formaldehído y monóxido de carbono.

#### **4.19.5.3 PROCEDIMIENTOS EN CASO DE DERRAMES O FUGAS <sup>(9)</sup>**

Si se derrama o libera accidentalmente alcohol metílico, se deben realizar los siguientes procedimientos:

- Retirar cualquier posible fuente de ignición.
- Ventilación del área de fuga o derrame.
- Para pequeñas cantidades, absorber con toallas de papel. Evaporar en un lugar seguro (como dentro de una campana de gases). Permitir que transcurra el tiempo suficiente para la total evaporación dentro de la campana. Se debe quemar el papel en un lugar apropiado alejado de materiales combustibles.
- El derrame de grandes cantidades se puede coleccionar con materiales absorbentes apropiados y atomizar en una cámara de combustión apropiada. No se debe permitir que el alcohol metílico entre en espacios confinados tales como cloacas debido a la posibilidad de una explosión.

Personas que no tengan puesto equipo y ropa protectores se deben retirar de las áreas de fugas hasta que se hayan completado los procedimientos de limpieza.

#### 4.19.6 NIVELES PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL

**TLV (TWA; 8 horas; ACGIH):** 200 ppm (1994) <sup>(6, 8)</sup>

**PEL (TWA; 8 horas; OSHA para la industria general):** 200 ppm, 260 mg/m<sup>3</sup> (Fecha de estudio no reportada) <sup>(8, 9)</sup>

**PEL (TWA; OSHA para la industria de la construcción):** 200 ppm, 260 mg/m<sup>3</sup> (Fecha de estudio no reportada) <sup>(8, 9)</sup>

**STEL (TWA; 10 horas; NIOSH):** 250 ppm (Fecha de estudio no reportada) <sup>(6, 8)</sup>

**STEL (ACGIH):** 250 ppm (1994) <sup>(6, 8)</sup>

**TLV:** Threshold Limit Value (Valor Límite Umbral).

**PEL:** Permissible Exposure Limit (Límite Permissible de Exposición).

**STEL:** Short Time Exposure Limit (Límite de Exposición en Periodos Cortos)

#### 4.19.7 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL <sup>(9)</sup>

- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar ropa impermeable, guantes, caretas (mínimo de ocho pulgadas) y otros tipos de ropa protectora necesaria para prevenir cualquier contacto con la piel con alcohol metílico líquido.
- La ropa no impermeable que se contamine con Metanol deben ser colocada en contenedores cerrados para su almacenamiento hasta que pueda ser desechada o hasta que pueda removerse completamente el Metanol de la ropa. Si la ropa va a ser lavada, la persona encargada de dicha tarea debe conocer los riesgos de manipulación del alcohol metílico.
- La ropa no impermeable que se contamine con Metanol deben ser removidas inmediatamente y no usadas hasta que el Metanol sea removido por completo; para este procedimiento se pueden realizar procedimientos de lavado con agua y detergente, teniendo precaución de evitar la filtración del agua de lavado al sistema de alcantarillado.
- Los empleados deben estar provistos y obligados a usar gafas de seguridad a prueba de salpicaduras para que no exista alguna posibilidad que el alcohol metílico entre en contacto con los ojos.
- Donde exista alguna posibilidad que Metanol o soluciones de él entren en contacto con los ojos de los trabajadores, debe proveerse una ducha lava ojos en las cercanías inmediatas al área de trabajo.
- Donde exista alguna posibilidad de exposición del cuerpo de un empleado a Metanol o a sus soluciones, deben proveerse instalaciones para el rápido lavado del cuerpo en el área inmediata de trabajo para uso en emergencias.

##### 4.19.7.1 PROTECCIÓN RESPIRATORIA <sup>(9)</sup>

Como buena práctica de higiene industrial se recomienda que se deben usar controles de ingeniería para reducir las concentraciones de Metanol en el ambiente hasta niveles de exposición permisibles. Sin embargo, existen algunas excepciones donde se pueden usar respiradores para controlar la exposición. Se deben usar respiradores (máscaras de respiración) cuando las prácticas de control de ingeniería y de operación no son técnicamente alcanzables, cuando tales controles están en proceso de instalación o cuando fallan y necesitan ser reemplazados. Los equipos de respiración pueden ser también usados para operaciones donde se requiere ingresar en tanques o recipientes cerrados y en situaciones de emergencia. En adición al uso de respiradores y equipos de respiración, debe ser instituido un programa completo de seguridad respiratoria que debe incluir entrenamiento, mantenimiento, inspección, limpieza y evaluación.

CH<sub>3</sub>OH

Metanol

**Tabla 61. Protección respiratoria mínima para Metanol en el aire**

Condición	Protección Respiratoria Mínima Arriba de 200 ppm (OSHA)
Concentración de vapor hasta de 2000 ppm	Cualquier respirador de suministro de aire provisto externamente. Cualquier aparato de respiración.
Concentración de vapor hasta de 10000 ppm	Cualquier respirador de suministro aire con pieza facial completa, yelmo o capucha. Cualquier aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa.
Concentraciones de vapor hasta de 25000 ppm.	Un respirador con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva o con pieza facial completa yelmo o capucha operada en modo de flujo continuo.
Concentración de vapor mayores a 25000 ppm o concentraciones desconocidas	Aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva. Una combinación de respirador que incluya respirador con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión o algún otro modo de presión positiva o de flujo continuo y un aparato auxiliar de respiración autocontenido operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
En caso de lucha contra fuego	Aparato de respiración autocontenido con pieza facial completa operado en modo de demanda de presión u otro modo de presión positiva.
Escape	Cualquier aparato de respiración autocontenido.

Tomada de "OSHA; Occupational Health Guideline for Methyl Alcohol" (9)

#### 4.19.8 CONDICIONES PARA MANEJO Y ALMACENAMIENTO SEGURO ORIENTADAS A DISMINUIR EL RIESGO A LA SALUD HUMANA <sup>(5)</sup>

- El Metanol y las mezclas de Metanol deben estar claramente etiquetadas con una advertencia de su toxicidad. Las etiquetas deben mostrar la palabra «Metanol» de forma clara y visible.
- El almacenamiento, los procesos y las plantas donde se manipula Metanol se deben diseñar para proteger al personal de riesgos de explosión e incendios. Además se deben instalar extinguidores en las áreas en las cuales el almacenamiento de Metanol sea muy grande.
- Los sitios de trabajo en los cuales está presente el Metanol deben estar provistos de ventilación adecuada para minimizar la exposición a inhalación. Donde sea necesario, el personal que manipula el Metanol debe estar provisto de ropa de protección adecuada para evitar contaminación de la piel.
- Se debe estar conciente del período latente posterior a la exposición, además de los síntomas provocados especialmente por la ingestión de Metanol. Se Deben reconocer las consideraciones asociadas a la existencia de subgrupos más sensibles, incluyendo aquellos donde se incrementa el riesgo de deficiencias.
- Para evitar usos indebidos, el Metanol usado como combustible se debe desnaturalizar y debe contener un aditivo de color.

##### 4.19.8.1 FRASES DE SEGURIDAD <sup>(6,7)</sup>

**S1/2:** Consérvese bajo llave y fuera del alcance de los niños

**S7:** Manténgase el recipiente bien cerrado

**S16:** Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas, no fumar

**S24:** Evítese el contacto con la piel

**S36/37:** Usense indumentaria y guantes de protección adecuados

**S45:** En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible muéstrela la etiqueta)

## 4.19.8.2 ALMACENAMIENTO <sup>(10)</sup>

### 4.19.8.2.1 Almacenamiento en Pequeña Escala

Pequeñas cantidades de Metanol para uso industrial y de laboratorio se almacenan en botellas de vidrio o en latas de metal; cantidades superiores a 200 litros se transportan y almacenan en tanques de acero. Algunos tipos de botellas plásticas y contenedores no se pueden usar debido a su permeabilidad y al peligro de disolución de los plastificantes. El polietileno de alta densidad y el propileno son adecuados, aunque el poli cloruro de vinilo y las poliamidas no lo son.

### 4.19.8.2.2 Almacenamiento a Gran Escala

Grandes cantidades de Metanol se almacenan en tanques diseñados de la misma forma que los utilizados en el almacenamiento de productos de petróleo; normalmente se utilizan tanques cilíndricos con capacidades desde cientos de metros cúbicos hasta de más 100.000 m<sup>3</sup>. para tanques de techo fijo, se deben adoptar medidas especiales, (por ejemplo atmósfera de nitrógeno) para prevenir la formación de una atmósfera de ignición en el espacio comprendido sobre la superficie del líquido. Pueden ocurrir emisiones de Metanol debido a las fluctuaciones de la superficie. Para prevenir esos problemas, los tanques de gran dimensión son provistos de techos flotantes; se debe prestar especial atención para evitar la entrada al tanque de agua proveniente de la lluvia.

Para tanques libres de anhídrido y dióxido de carbono, pueden construirse tubería y bombas de acero de grado normal; los sellos pueden ser de fibras minerales, grafito y metal <sup>(10)</sup>.

## 4.19.9 USOS, GENERACIÓN Y CONTROLES <sup>(9)</sup>

Tabla 62. Usos, generación y control de emisiones del Metanol

Uso / Generación	Control
Liberación durante aplicación en superficies como madera teñida, lacas de nitrocelulosa, formulaciones a prueba de agua y resinas fenólicas.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado como solvente de tintas de rotograbado, anilinas y fluidos duplicadores.	Ventilación general mecánica.
Liberación durante aplicación manual de Metanol como limpiador de superficies de cuero, guantes y metales, además de superficies de resinas previo a tratamiento adicional.	Ventilación general mecánica; equipo de protección.
Liberación durante la producción de formaldehído por oxidación o deshidrogenación.	Ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado en la industria de los plásticos para la producción de agentes plastificantes y resinas acrílicas.	Extremada ventilación local; extremada ventilación general mecánica; equipo de protección.
Liberación durante su uso como intermediario en la preparación de metacrilato, metil cloruro, metil éter, dimetil sulfato, metil formiato y metil bromuro.	Extremada ventilación local; extremada ventilación general mecánica; equipo de protección.
Liberación durante la aplicación como extractor en procesos químicos tales como refinamiento de gasolinas y aceites y purificación de productos farmacéuticos como esteroides y hormonas.	Extremada ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.
Usado como solvente en la industria del caucho.	Extremada ventilación local; ventilación general mecánica; equipo de protección.

#### **4.19.10 COMPORTAMIENTO EN EL AMBIENTE**

El Metanol es una sustancia de volatilización rápida en el aire aún a temperatura ambiente; también se evapora con rapidez a partir de mezclas acuosas o terreno contaminados o humedecidos con esta sustancia. Por esta razón, la mayoría de escapes de Metanol van dirigidas hacia la atmósfera. Una vez en el aire, se descompone o se transforma en otras sustancias por acción de radiaciones solares y por reacción con químicos constitutivos del aire presentes de forma natural o artificial. Los microorganismos que viven en el agua y la tierra también pueden degradar el Metanol <sup>(4)</sup>.

El Metanol se degrada fácilmente en el medio ambiente mediante procesos de foto oxidación y biodegradación. La vida media para el Metanol en la atmósfera se ha reportado entre 7 y 18 días para la reacción atmosférica con radicales hidroxilo. Las emisiones ocurridas durante usos industriales son tan bajas que su repercusión se puede ignorar. Esta situación puede variar si se considera el uso del Metanol como un sustituto a gran escala de los combustibles actuales. <sup>(10)</sup>

Los catalizadores utilizados en la producción de Metanol contienen generalmente agentes auxiliares y de soporte como componentes activos que presentan gran potencial de generación de residuos al medio ambiente, estos incluyen cobre (síntesis), níquel (generación del gas), cobalto y molibdeno (desulfurización). En plantas de proceso bien diseñadas y operadas estos metales por lo general se recuperan y reutilizan <sup>(10)</sup>.

Hay muchos géneros y cepas de microorganismos capaces de utilizar el Metanol como sustrato de crecimiento degradándolo por completo hasta anhídrido carbónico y agua. El Metanol es fácilmente degradable en condiciones tanto aerobias como anaerobias en una amplia variedad de medios naturales, entre ellos agua dulce y salada, sedimentos y suelos, agua freática, material de acuíferos y aguas residuales industriales; el 70% del Metanol de los alcantarillados se suele degradar en un plazo de 5 días. <sup>(5)</sup>

El Metanol es poco tóxico para los organismos acuáticos y terrestres y no es probable que se observen efectos debidos a su exposición en el medio ambiente, excepto en el caso de un derrame.

##### **4.19.10.1 AIRE <sup>(4, 5, 10)</sup>**

El Metanol reacciona en la atmósfera con especies oxidantes. Se ha reportado que la vida media del Metanol por causa de estas reacciones es de aproximadamente 8.4 días.

La reacción del Metanol con dióxido de nitrógeno puede ser la mayor fuente de nitrito de metilo encontrado en atmósferas contaminadas.

Los niveles de Metanol en el aire se encuentran entre menos de 0,001 mg/m<sup>3</sup> (0,8 ppm) en el aire del medio rural y cerca de 0,04 mg/m<sup>3</sup> (30 ppm) en el aire urbano.

##### **4.19.10.2 AGUA <sup>(4, 5, 10)</sup>**

Los efluentes que contienen las mayores proporciones de Metanol son provenientes de plantas químicas, tratamiento de aguas residuales, producción de papel y de látex.

Se han reportado valores muy amplios para la vida media del Metanol en agua por reacciones de foto-oxidación, algunos son tan largos como 5.1 años y otros más cortos de 46.6 días, estos valores se han basado en información para la reacción de los radicales hidroxilo en soluciones acuosas.

##### **4.19.10.3 SUELO <sup>(4, 5, 10)</sup>**

El Metanol es biodegradable en el suelo y sedimentos, ambos bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas. El Metanol es un sustrato de crecimiento para muchos microorganismos, los cuales son capaces de mineralizarlo completamente a monóxido de carbono y agua.

La velocidad de degradación del Metanol varía considerablemente dependiendo del tipo de suelo en el que se libere,

de esta forma, los suelos pueden caracterizarse en dos clases básicamente; los rápidos, en los cuales la velocidad de degradación es elevada y se incrementa con la adición de nitratos o sulfato y los lentos, en los cuales la velocidad de biodegradación es baja y decrece aún más con la adición de nitrato o sulfato, y la inhibición del sulfato incrementa la velocidad de degradación. Las velocidades de biodegradación se usaron para estimar la vida media del Metanol, encontrando valores entre 58 y 263 días.

#### 4.19.11 ECOTOXICIDAD <sup>(11)</sup>

##### Toxicidad en peces

*Pimephales promelas* LC<sub>50</sub>, 24 horas: 29700 mg/l

*Leponimis macrochirus* LC<sub>50</sub>, 24 horas: 19100 mg/l

##### Toxicidad en Invertebrados

*Daphnia pulex* LC<sub>50</sub>, 18 horas: 19500 mg/l

*Crangon crangon* LC<sub>50</sub>, 48 horas: 1975 mg/l

##### Toxicidad en Microorganismos

*Photobacterium phosphoreum* LC<sub>50</sub>, 4 horas: 7690 mg/l

*Paramecium caudatum* LC<sub>50</sub>, 10 minutos: 44 860 mg/l

#### 4.19.12 LINEAMIENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA SU DISPOSICION <sup>(10)</sup>

En la producción de Metanol, generalmente no se forman residuos que presenten serios problemas ambientales. Todos los subproductos son utilizados en su mayoría, por ejemplo, los condensados se pueden procesar en la caldera de agua de alimentación y los gases residuales de los subproductos de bajo punto de ebullición se pueden usar para la producción de energía. Los únicos productos de desecho que presentan algunas dificultades son los residuos generados en los fondos a partir de la destilación del Metanol puro; estos contienen agua, Metanol, etanol, alcoholes pesados, otros compuestos orgánicos oxigenados y una variable cantidad de parafinas. Las sustancias orgánicas solubles en agua sufren rápidamente degradación biológica; las sustancias insolubles se pueden incinerar de forma segura en una unidad incineradora de desechos común. En algunos casos, esta agua residual se somete también a una destilación purificadora y la mezcla resultante de alcoholes, ésteres, cetonas y alifáticos se adiciona en pequeñas cantidades a mezclas combustibles.

Aunque el Metanol se degrada con gran rapidez en el ambiente y representa baja toxicidad para organismos acuáticos, se debe tener cuidado para prevenir derrames de grandes cantidades de Metanol para evitar la contaminación de aguas subterráneas y potables.

Un exceso de Metanol y material de desecho que contenga esta sustancia se debe ubicar en un contenedor apropiado, claramente etiquetado y manipulado de acuerdo a la guía de disposición de desecho de su institución.

Todas las plantas de producción de Metanol incluyen sistemas de ventilación adecuados para evitar la exposición a vapores.

#### 4.19.13 BIBLIOGRAFÍA

1. United States Environmental Protection Agency (EPA). Toxic Release Inventory [en línea]. Marzo de 2001 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/tri/chemical/chemlist2001.pdf>
2. United States Environmental Protection Agency (EPA). List of IRIS Substances, Methanol [en línea]. Julio de 1988 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.epa.gov/iris/subst/0305.htm>

CH<sub>3</sub>OH

Metanol

3. *United States Environmental Protection Agency (EPA). Chemicals in the Environment. Methanol [en línea]. Agosto de 1994 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en [http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/ff\\_methan.txt](http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/ff_methan.txt)*
4. *United States Environmental Protection Agency (EPA). Chemicals in the Environment. Methanol [en línea]. Agosto de 1994 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en [http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/fs\\_methan.txt](http://www.epa.gov/opptintr/chemfact/fs_methan.txt)*
5. *Organización Mundial de la Salud (OMS). Environmental Health Criteria 196, Methanol [en línea]. 1997 [citado en mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc196.htm>*
6. *Organización Mundial de la Salud (OMS). International Chemical Safety Cards, Methanol [en línea]. Abril de 2003 [citado en Mayo 31 de 2003]. Disponible en [http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/\\_icsc00/icsc0057.htm](http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/dtasht/_icsc00/icsc0057.htm)*
7. *Organización Internacional del Trabajo (OIT). Chemical Safety Training Modules, Annex 4. List of Classified Chemicals [en línea]. Fecha de publicación desconocida, actualizado septiembre de 1999 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/safetytm/clasann4.htm>*
8. *Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Chemical Sampling Information, Methyl Alcohol [en línea]. Fecha de publicación desconocida, revisado febrero de 2000 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en [http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH\\_251600.html](http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_251600.html)*
9. *Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Occupational Safety and Health Guideline for Methyl Alcohol [en línea]. 1978 [citado mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/0397.pdf>*
10. *Editores: Elvers B, Hawkins S y otros; Ullman 's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Volumen 16; Quinta edición completamente revisada; Editorial VCH; New York, U.S.A.; 1989.*
11. *Mallinckrod, Baker Inc. Material Safety Data Sheet, Methanol [en línea]. Noviembre de 2001, [citado Mayo 31 de 2003]. Disponible en <http://www.jtbaker.com/msds/spanishhtml/M2015.htm>*
12. *Consejo Colombiano de Seguridad (CCS). Software Dataquim. Hoja de Datos de Seguridad, Metanol. Última actualización 2003. Bogotá, Colombia.*

Metanol