

# DIRECTRICES

para Cargar, Descargar, Transportar y  
Almacenar TDI y MDI a Granel de Modo Seguro



[www.isopa.org](http://www.isopa.org)

## Prólogo

La segunda revisión de estas Directrices, editadas en febrero de 2006, ha sido elaborada a conciencia por el grupo de trabajo logístico "Logistics EHS Working Group" de ISOPA bajo la presidencia de H. van Wijnen (Huntsman).

El objetivo es contribuir a las normas de seguridad globales mediante la actualización de las presentes Directrices y la inclusión de varios temas en respuesta a los comentarios recibidos y la experiencia adquirida durante los últimos 4 años.

Nótese que no se han empleado asteriscos (\*) para marcar las actualizaciones debido a la abundancia de cambios introducidos. Esta tercera versión debe considerarse, en definitiva, una revisión exhaustiva.

Deseo agradecer especialmente la dedicación y cooperación de mis colegas del grupo de trabajo en esta labor:

S. Beddegenoodts -Dow  
R. Magliocchi -Shell  
N. Meijboom -Shell  
R. Vieler -Bayer

H. van Wijnen  
Presidente

## Prefacio de la tercera revisión

Los principales cambios introducidos en esta tercera versión son los siguientes:

Eliminación de aquellos datos del Capítulo 2 que pueden consultarse fácilmente en la Ficha de datos de seguridad del fabricante, tales como la clasificación y el etiquetado, las indicaciones de peligro, las palabras de advertencia o la clasificación del transporte.

- Eliminación de los capítulos sobre transporte por ferrocarril y transporte marítimo o fluvial.
- Introducción de un capítulo sobre almacenamiento.
- Introducción de nuevas secciones en los capítulos relativos a:
  - Operaciones no estándar (NSO)
  - TDI / MDI y polioliol en compartimentos contiguos
  - Regla del 80/20
  - Protección contra caídas
- Revisión completa y edición de otros contenidos, como la reescritura de:
  - Protección contra caídas
  - Marcado de conexiones de vapor, líquido y presión
  - Tubo de ensayo
  - Calibrado de las mangueras de retorno de vapor
  - Apertura de los contenedores-cisterna y pegatina "No abrir la escotilla"

Se ha añadido un apéndice en el que se describe la química de la reacción de los isocianatos con el agua.

# Contenido

<b>Prólogo</b>	2
<b>Prefacio de la tercera revisión</b>	3
<b>1 Introducción</b>	7
1.1 Objetivo	7
1.2 Productos	7
1.3 Alcance	7
1.4 Seguridad del transporte	7
1.5 Adopción	8
<b>2 Principales propiedades, riesgos e información sobre la seguridad</b>	9
2.1 Aspecto	9
2.1.1 TDI	9
2.1.2 MDI polimérico	9
2.1.3 MDI monomérico	9
2.2 Principales riesgos físicos / químicos	10
2.3 Riesgos para la salud y primeros auxilios	10
<b>3 Equipo de protección personal</b>	12
3.1 Equipo de Protección Personal recomendado Trasvase de sustancias TDI	
3.2 Equipo de Protección Personal recomendado Trasvase de sustancias MDI	
3.3 Equipo de emergencia	12
<b>4 Diseño y construcción de los medios de transporte a granel</b>	13
4.1 Medios de transporte a granel	13
4.1.1 Carga y descarga superior	13
4.1.2 Camiones cisterna, isotanques y contenedores de caja móvil	13
4.1.2.1 Protección contra caídas	13
4.1.3 Equipamiento de camiones cisterna e isotanques	15
4.1.3.1 Acoplamientos, aberturas y equipo auxiliar	15
4.1.3.2 Válvulas de seguridad y de vacío	16
4.1.3.2.1 Válvulas de seguridad – Camiones cisterna	16
4.1.3.2.2 Válvulas de seguridad – Contenedores-cisterna	16
4.1.3.2.3 Válvulas de vacío	17
4.1.3.3 Condiciones de humedad de los medios de transporte	17
4.1.3.4 Sistemas de descongelación y calefacción	17
4.1.3.5 Tubos para muestras	18

<b>5 Auditoría de seguridad de los transportistas por carretera y operadores de depósitos</b>	19
5.1 Aptitud del transportista: Evaluación y control	19
5.2 Sistema de evaluación de la calidad y la seguridad	19
5.3 Cumplimiento de las normas y reglamentos de seguridad	19
<b>6 Formación de conductores</b>	20
6.1 Requisitos específicos para TDI y MDI	20
6.2 Información general sobre el producto	20
6.3 Recomendaciones de carga / transporte / descarga	20
6.4 Capacitación técnica	21
6.5 Vertidos	21
6.5.1 Vertidos pequeños	21
6.5.2 Vertidos grandes	22
6.6 Soluciones líquidas descontaminantes	23
6.7 Incendio	23
6.8 Reacción contra emergencias	24
<b>7 Operaciones de carga</b>	25
7.1 Conformidad con los reglamentos de transporte modal	25
7.2 Accesibilidad de las instrucciones escritas de funcionamiento	25
7.3 Regla del 80/20	25
7.4 Carga de TDI / MDI con poliol en compartimentos contiguos	26
7.5 Inspección de los medios de transporte a granel	26
7.5.1 Inspección periódica de los camiones cisterna y contenedores-cisterna en los terminales de carga	26
7.5.2 Inspección inicial de los camiones cisterna, contenedores-cisterna y contenedores de caja móvil	28
7.5.3 Mantenimiento de los medios de transporte	28
<b>8 Transporte intermodal y por carretera</b>	29
8.1 Responsabilidades del transportista	29
8.2 Instrucciones por escrito – para TDI únicamente	29
8.3 Itinerario	29
8.4 Aparcamiento seguro	29
8.5 Condiciones climáticas adversas	29
8.6 Retrasos o accidentes	30
8.7 Comprobaciones de temperatura en ruta	30
8.8 Desplazamientos multimodales	30
8.9 Apertura de los contenedores-cisterna	30
8.10 Reincorporación del equipo al servicio	31

<b>9 Operaciones de descarga</b>	33
9.1 Responsabilidades según las disposiciones de la "Directiva Seveso"	33
9.2 Criterios a cumplir por las instalaciones de descarga	34
9.3 Evaluación de seguridad de las instalaciones de descarga y almacenamiento	34
9.4 Criterios a cumplir por las mangueras de descarga	34
9.5 Equipo de protección del operario	34
9.6 Procedimientos recomendados para descargar medios de transporte a granel	34
9.7 Operaciones no estándar (NSO)	39
9.7.1 Descarga directa desde el medio de transporte a granel a IBC o bidones	39
9.7.2 Descarga a más de un depósito de almacenamiento o descarga parcial	43
9.7.3 Capacidad insuficiente del depósito de almacenamiento	43
<b>10 Operaciones de almacenamiento</b>	44
10.1 Dimensiones del depósito	44
10.2 Contención	44
10.3 Gas de entrada	44
10.4 Ventilación	44
10.5 Indicador de nivel y alarma	44
10.6 Protección contra presión/vacío	44
10.7 Control de la temperatura	45
10.8 Circulación	45
<b>11 Plan de ayuda mutua de ISOPA para proporcionar asistencia en las emergencias que ocurren en el transporte / descarga</b>	46
11.1 Objetivo y alcance	46
11.2 Preparación y requisitos de asesoramiento en emergencias	46
11.3 Responsabilidades contractuales	47
11.4 Comunicación técnica	47
11.5 Uso del Plan de ayuda mutua	48
<b>Apéndice 1: Reacción de los diisocianatos con el agua</b>	49

# 1 Introducción

## 1.1 Objetivo

Estas Directrices han sido redactadas por el ISOPA (Asociación de fabricantes europeos de DI-isocianatos y Poliols), un grupo sectorial de la CEFIC (Federación Europea de Industrias Químicas) con objeto de establecer adecuadamente un alto nivel de seguridad en la carga / descarga, transporte y almacenamiento de diisocianato de tolueno (TDI) y diisocianato de difenilmetano (MDI).

Aunque el MDI está clasificado y regulado como sustancia peligrosa sólo en lo que respecta a su uso, y el TDI está clasificado como peligroso en lo que respecta tanto al uso como al transporte, ambas sustancias se pueden manipular y transportar de modo seguro siempre que se tomen las precauciones oportunas.

## 1.2 Productos

En estas Directrices se hace referencia al TDI y al MDI y sus respectivas variantes y preparaciones, siempre que dichas sustancias se clasifiquen como TDI y MDI. Las preparaciones que contienen disolventes no están contempladas en este documento.

Según la decisión del Comité de la ONU, el MDI no cumple los requisitos de riesgo exigidos para ser incluido en la categoría de Riesgo Clase 6.1. Sin embargo, el MDI sigue estando regulado en los países de la UE, acertadamente, como una sustancia peligrosa en lo que respecta a su manipulación y uso (véase el capítulo 2). Por este motivo, se decidió incluir el MDI en estas Directrices. Para evitar repetir las explicaciones a lo largo del texto de estas Directrices, todas las referencias al MDI como sustancia peligrosa han de entenderse en este sentido.

## 1.3 Alcance

Estas Directrices contemplan aspectos importantes de las actividades de carga, descarga, transporte y almacenamiento de TDI y MDI a granel desde el punto de carga al de entrega. En ellas se hace referencia a las unidades de transporte a granel tales como camiones cisterna, isotanques y contenedores de caja móvil. Se menciona la existencia de controles reglamentarios sólo en la medida en que se estima necesario a efectos de aclaración.

Estas Directrices no contemplan el movimiento a granel de TDI /MDI en buques oceánicos de transporte de productos químicos, gabarras de vías fluviales o vagones cisterna.

## 1.4 Seguridad del transporte

Se recomienda encarecidamente que los fabricantes de TDI y MDI encarguen el transporte a transportistas autorizados (como los certificados por SQAS u otro sistema similar).

Todos los transportistas deben formar a los conductores encargados de transportar TDI y/o MDI mediante el módulo de formación de conductores de ISOPA ([www.isopa.org/logistics EHS/driver training](http://www.isopa.org/logistics_EHS/driver_training)).

No se recomienda a los clientes recoger el TDI / MDI. Si fuese absolutamente necesario, sólo deben efectuar la operación los transportistas que participan en el programa de formación de conductores de ISOPA.

### 1.5 Adopción

ISOPA recomienda que todas las partes implicadas en el transporte y la distribución de TDI / MDI adopten estas Directrices.

Es responsabilidad individual de los usuarios de estas Directrices el evaluarlas y aplicarlas considerando todas las circunstancias específicas, así como su propia situación.

Ninguna parte de estas Directrices puede utilizarse o interpretarse de tal forma que entre en contradicción con la legislación nacional y/o internacional vigente. En cualquier supuesto, las disposiciones legales y reglamentarias aplicables tendrán siempre prioridad sobre cualquier parte de estas Directrices.



## 2 Principales propiedades, riesgos e información sobre la seguridad

(Para más información consulte las Fichas de datos de seguridad de los fabricantes)

Dans la pratique, le TDI est vendu sous forme d'isomère 2,4 100 % ou sous forme de mélange 80/20 ou 65/35 d'isomères 2,4 et 2,6, et le MDI est vendu à la fois sous forme monomère et polymère. Des variantes et préparations de TDI et de MDI sont également produites.

### 2.1 Aspecto

#### 2.1.1 TDI

	<i>Líquido</i>	<i>Reaccionado</i>
TDI	Desde transparente hasta amarillo pálido fuerte, cáustico 	Blanco, espumoso 

#### 2.1.2 MDI polimérico

	<i>Líquido</i>	<i>Reaccionado</i>
MDI	Marrón, ligeramente mohoso 	Marrón, crujiente 

#### 2.1.3 MDI monomérico

	<i>Líquido</i>	<i>Reaccionado</i>
MDI	Desde transparente hasta amarillo pálido fuerte, cáustico 	Blanco, espumoso 

## 2.2 Principales riesgos físicos / químicos

Por naturaleza, el MDI y el TDI NO son explosivos ni oxidantes, ni tampoco inflamables espontáneamente en contacto con el aire o a temperatura ambiente (consulte los puntos de inflamación). No obstante, deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones:

### Agua

El MDI / TDI reacciona con el agua y forma dióxido de carbono y un sólido química y biológicamente inerte conocido como poliurea. A pesar de que la reacción no es peligrosa en sí misma, puede generar un aumento excesivo de presión dentro de recipientes cerrados. En algunos casos, podría llegar a estallar el contenedor si el TDI / MDI se contamina con agua. Si no se toman las medidas correctivas oportunas, la reacción será cada vez más virulenta. En el Apéndice 1 se describe la química de la reacción de los isocianatos con el agua. Tal y como se explica a continuación, la reacción con el agua se acelera en presencia de otras sustancias químicas.

### Otras sustancias químicas

Debe evitarse en todo momento la contaminación de TDI / MDI con otras sustancias químicas. El TDI / MDI reacciona con otras sustancias químicas tales como ácidos, alcoholes o sustancias alcalinas (por ejemplo, la sosa cáustica o el amoníaco), así como con otras sustancias químicas que contienen grupos reactivos. La reacción puede generar calor que puede desencadenar una rápida acumulación de vapor de TDI / MDI y la formación de dióxido de carbono.

### Goma y plástico

El TDI / MDI ataca y convierte en quebradizos gran cantidad de plásticos y materiales de goma en poco tiempo. Aunque esto no es peligroso en sí mismo, puede acabar agrietando, por ejemplo, las mangueras y la indumentaria de protección. Deben extremarse las precauciones para asegurarse de que los guantes estancos (véase la sección 3.1) no presentan grietas provocadas por la acción debilitante del TDI / MDI.

### En caso de incendio

Los puntos de inflamación del MDI y el TDI son muy elevados. No obstante, en un incendio - si se calientan lo bastante como para generar el vapor suficiente para causar la inflamación – arderán y despidrán sustancias volátiles que resultan nocivas si se inhalan.

El TDI / MDI contenido en un recipiente cerrado expuesto al calor de un incendio se descompondrá con el consiguiente aumento de presión, lo que provocará el riesgo de explosión del recipiente.

## 2.3 Riesgos para la salud y primeros auxilios

Las sustancias químicas pueden resultar peligrosas para la salud por inhalación, contacto con la piel y los ojos o ingestión. En el caso del TDI / MDI, la inhalación de vapor, aerosol y/o polvo es, con mucho, el mayor factor de riesgo.

### Inhalación

La exposición al vapor, aerosol y/o polvo de TDI / MDI irrita las membranas de la nariz, la garganta, los pulmones y los ojos. Podrían seguir diversos síntomas, como lagrimeo de los ojos, sequedad de garganta, broncoconstricción (en ocasiones con dificultad respiratoria) y cefaleas. Las personas hiperreactivas o hipersensibles pueden sufrir broncoconstricción (señales y síntomas asmáticos) que podrían resultar mortales si no se tratan de inmediato.

Los síntomas pueden empezar a aparecer varias horas después de la sobreexposición. Las personas que han desarrollado alergia al TDI / MDI, por exposición esporádica o continuada, pueden presentar señales y síntomas asmáticos a muy bajas concentraciones. Estas personas deben evitar manipular TDI / MDI.

En caso de inhalación es preciso sacar a las personas expuestas al aire libre y, si no respiran, practicarles la respiración artificial. Deben mantenerse bajo observación médica un mínimo de 48 horas.

#### **Contacto con los ojos**

El TDI/ MDI en forma de vapor, aerosol o polvo irrita los ojos y provoca lagrimeo y malestar. Si el líquido de TDI / MDI salpica los ojos puede provocar una irritación intensa a menos que se laven inmediatamente con agua abundante durante 15 minutos como mínimo. Debe acudir inmediatamente al médico. Es preciso llevar equipo protector tal y como se describe en el Capítulo 3. Los conductores y operarios no deben llevar lentillas cuando manipulen isocianatos, es preferible que utilicen gafas.

#### **Contacto con la piel**

El TDI / MDI puede provocar irritación de la piel. En caso de que haya contacto, la zona afectada debe lavarse con agua caliente (y jabón). Debe desprenderse inmediatamente de la vestimenta contaminada.

#### **Ingestión**

La ingestión de estos productos puede provocar irritación grave en la boca y el estómago. En caso de ingestión, no se debe inducir el vómito. Se debe enjuagar la boca con agua y escupirla después, sin tragársela. Es preciso acudir inmediatamente al médico.

#### **Efectos en la salud a largo plazo**

La inhalación y el contacto con la piel pueden provocar sensibilización. La exposición crónica por inhalación puede provocar una disminución permanente de la función pulmonar.

La experiencia industrial con seres humanos no muestra ninguna relación entre la exposición al TDI / MDI y el desarrollo de cáncer.

#### **Más información de seguridad**

Para más información en materia de seguridad, consulte las Fichas de datos de seguridad de TDI / MDI del fabricante.

## 3 Equipo de protección personal

Toda la indumentaria de protección y equipos de emergencia necesarios deben estar accesibles durante las operaciones de carga y descarga. Es preciso formar a las personas en la correcta utilización de indumentaria y equipo. Siempre que el conductor salga de su vehículo debe llevar puesto el equipo de protección personal mínimo como precaución en caso de una posible emergencia.

### 3.1 Equipo de Protección Personal recomendado para trasvasar sustancias TDI

La protección personal mínima que deben llevar tanto el personal de planta como los conductores que manipulen TDI consiste en:

- Casco
- Máscara completa (con filtro adecuado)
- Guantes estancos
- Zapatos / botas de seguridad
- Traje integral de protección química
- Arnés de seguridad (si procede)



Para obtener información pormenorizada del material de protección adecuado consulte con su proveedor habitual. Si, como sucede con el TDI o el MDI calentado, aumenta la probabilidad de inhalación de vapores de TDI / MDI, por ejemplo, durante la extracción de muestras o la conexión / desconexión de la tubería o las juntas flexibles de la manguera, es preciso emplear una máscara homologada. Debe tratarse de una máscara completa que disponga de un filtro adecuado para vapores y partículas orgánicas (AP2 como mínimo).

### 3.2 Equipo de Protección Personal recomendado para trasvasar sustancias MDI

La protección personal mínima que deben llevar tanto el personal de planta como los conductores que efectúen esta operación consiste en:

- Casco
- Gafas estancas
- Guantes estancos
- Zapatos / botas de seguridad
- Mono
- Arnés de seguridad (si procede)



### 3.3 Equipo de emergencia

Los conductores deben llevar siempre una botella lavajos en el vehículo. Las normas industriales que regulan las instalaciones de carga / descarga indican que es preciso disponer de una ducha y un lavajos de emergencia cerca del punto de descarga. En caso de que se produzca una situación de emergencia, como una fuga de TDI o MDI, especialmente a temperaturas elevadas, todas las personas que ayuden a resolver el incidente deben llevar puesto el equipo protector descrito en las secciones 3.1 y 3.2. En el caso de vertidos grandes, se recomienda encarecidamente emplear un aparato de respiración autónomo y trajes impermeables.

## 4 Diseño y construcción de los medios de transporte a granel

### 4.1 Medios de transporte a granel

Es muy recomendable que los depósitos y el equipo auxiliar sean de acero inoxidable a fin de que se puedan limpiar fácilmente y se minimice el deterioro de la sustancia.

#### 4.1.1 Carga y descarga superior

Debido a las características intrínsecas del TDI y el MDI, los depósitos deben equiparse únicamente para carga y descarga superior. Por consiguiente, las conexiones deben situarse en la parte superior del depósito y no en la inferior, dado que:

- Las válvulas situadas por debajo del nivel del producto son más susceptibles al mal funcionamiento debido a la entrada de humedad
- El riesgo de vertidos entre el punto de carga y el de descarga se reduce
- El riesgo de dañar las conexiones durante la manipulación (contenedores) y el transporte es mucho menor
- Ofrece una ventaja añadida desde el punto de vista de la seguridad, ya que es más difícil contaminar el producto

Todas las aberturas de los depósitos deben estar selladas.

#### 4.1.2 Camiones cisterna, isotanques y contenedores de caja móvil

Los camiones cisterna, isotanques y contenedores de caja móvil empleados para el transporte de TDI / MDI deben cumplir los criterios de construcción y diseño establecidos por las normativas nacionales e internacionales (como ADR e IMDG).

Asimismo, los bastidores de los isotanques y los contenedores de caja móvil deben cumplir el Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC) y deben utilizarse de acuerdo a un programa de evaluación continua aprobado (ACEP, por sus siglas en inglés).

No se recomienda utilizar camiones cisterna o contenedores-cisterna de múltiples compartimentos para transportar TDI /MDI debido a que aumentan los riesgos (de manipulación) durante las operaciones de carga / descarga.

#### 4.1.2.1 Protección contra caídas

Cuando sea necesario trabajar en la parte superior del medio de transporte, tales operaciones no se pueden realizar en una elevación a no ser que las personas en cuestión:

1. hayan sido formadas adecuadamente y
2. estén protegidas de las caídas en todo momento. Pueden protegerse mediante:
  - a. La prevención de caídas: en la práctica, suelen prevenirse empleando una grúa con barandilla de 360°. Las barandillas sencillas plegables no se consideran una protección adecuada contra caídas porque resultan peligrosas.
  - b. Sistemas de restricción contra caídas: en la práctica, el método más habitual es la restricción del movimiento. El empleo de un cinturón de restricción de movimientos fijado a la barandilla plegable del medio de transporte no es adecuado y se considera peligroso.
  - c. Sistemas de detención de caídas: en la práctica, la solución más común es emplear un arnés de cuerpo entero con un cordaje corto unido a un punto de anclaje fijo, a un sistema horizontal de cuerdas de salvamento o un anclaje deslizante para vigas. El empleo de un arnés de protección contra caídas fijado a la barandilla plegable como sistema de detención de caídas no es adecuado y se considera peligroso.

A fin de reducir los incidentes provocados por caídas y sus consecuencias, la primera medida que se debe plantear es evitar los trabajos en la parte superior del medio de transporte. Una solución parcial es emplear depósitos manipulables en tierra, salvo en el caso de los diisocianatos, cuya carga y descarga debe realizarse desde arriba por motivos de seguridad y para preservar su calidad.

Si se dispone de una barandilla de 360°, las labores de mantenimiento y formación deben corresponder a las instalaciones donde tienen lugar las actividades. Este es un sistema eficaz para evitar las caídas. No obstante, este tipo de barandillas son difíciles de ajustar a los medios de transporte no estándar y no suelen estar disponibles en aquellas instalaciones que se utilicen sólo de manera esporádica.

Si no se dispone de una barandilla fija para prevenir caídas, éstas pueden evitarse recurriendo a escalerillas móviles:

1. son ajustables y se pueden adaptar a la altura del medio de transporte
2. no bloquean las estructuras de la parte superior
3. pueden colocarse fácilmente (teniendo en cuenta el peso y la superficie)

detención de caídas. Es preciso tener en cuenta los siguientes requisitos:

1. El punto de anclaje disponible en las instalaciones debe someterse a inspecciones periódicas con arreglo a las instrucciones del fabricante.
2. Debe preverse la evacuación del sistema de detención mediante cuerdas de liberación rápida o cuerdas autorretráctiles – de descenso lento.
3. Es preferible acceder a la parte superior del medio de transporte mediante escaleras con barandilla. Si se emplean escaleras de mano, es necesario tener ambas manos libres. La cuerda anticaídas debe fijarse antes de pasar de la plataforma /escalera de mano a la parte superior del medio de transporte. Si se emplea una escalera de mano vertical situada en la parte trasera del camión/ contenedor, se debe atar una cuerda retráctil al arnés antes de subir la escalera.

4. La operación de rescate debe analizarse en las instalaciones en las que tiene lugar la operación. Por tanto, la operación no puede realizarse sin vigilancia. El rescate debe llevarse a cabo en un lapso de 5 minutos después de la caída para evitar el trauma por suspensión.
5. Es esencial utilizar el arnés correctamente. La organización que suministra el arnés al empleado debe proporcionar la formación oportuna. La formación debe incluir instrucciones relativas a la inspección del arnés antes de cada uso. Si el conductor dispone de su propio arnés, la formación corresponde al transportista. Si el conductor recibe el arnés en las instalaciones, la organización responsable de las mismas debe proporcionar la formación y la documentación oportuna. Asimismo, la organización debe inspeccionar el arnés y la cuerda de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

#### 4.1.3 Equipamiento de camiones cisterna e isotanques

Además de las exigencias de las normativas citadas en 4.1.2, los camiones cisterna y los isotanques deben diseñarse y fabricarse de acuerdo con las siguientes especificaciones de fabricación:

##### 4.1.3.1 Acoplamiento, aberturas y equipo auxiliar

Se recomienda etiquetar claramente todas las conexiones de líquido, retorno de vapor y presión de todos los depósitos / vehículos.



La conexión del tubo de aspiración debe marcarse como "LÍQUIDO" y la conexión de retorno de vapor como "VAPOR". El marcado debe realizarse mediante placas grabadas que se colocarán lo más cerca posible de la conexión. Asimismo, se recomienda marcar la conexión de aire comprimido (acoplamiento de garras) con la indicación "PRESIÓN". Las placas grabadas deben estar, como mínimo, en inglés.

Todos los acoplamientos deben estar sellados mediante una brida de obturación o una tapa protectora y una junta adecuada o cualquier otro sistema que proporcione una protección similar (acoplamiento de desconexión en seco).

Se precisan los siguientes dispositivos:

Trampilla de acceso – diámetro mínimo de 450 mm con bulones basculantes. La escotilla debe disponer de una pegatina que rece "NO ABRIR LA ESCOTILLA".

Tubo de aspiración y retorno de vapor – a través de una válvula DN50 provista de una brida DN50 con 4 pernos con un paso circular (PCD) de 125 mm de diámetro. Es preferible el montaje sobre perno.

Conexión de presión – a través de una conexión roscada de 25 mm o mediante un acoplamiento de garras, siendo preferible, de ser posible, éste último.

Opcionalmente, se puede añadir a la parte inferior de la estructura un orificio de limpieza diseñado de acuerdo con los requisitos del ADR.



Cada compartimento debe incorporar un indicador de temperatura que debe comprobarse de forma regular.

Asimismo, es aconsejable instalar un manómetro para comprobar la temperatura del interior del depósito.

#### 4.1.3.2 Válvulas de seguridad y de vacío

No está permitido emplear combinaciones de válvulas de seguridad y de vacío. Dado que no pueden equiparse con una membrana de ruptura, estas válvulas pueden obturarse con sustancias solidificadas.

##### 4.1.3.2.1 Válvulas de seguridad - Camiones cisterna

No es obligatorio instalar válvulas de seguridad en los camiones cisterna. Está prohibido utilizar una conexión de presión directa en la parte superior del depósito cuando éste no disponga de válvulas de seguridad para descargas bajo presión. Debe emplearse una conexión que incorpore una línea fija de presión con una válvula de seguridad. Si el camión cisterna está provisto de válvula(s) de seguridad, éstas deben estar precedidas por una o varias membranas de ruptura y uno o varios manómetros que indiquen la ruptura de la membrana.

##### 4.1.3.2.2 Válvulas de seguridad - Contenedores-cisterna

El contenedor-cisterna debe disponer de válvula(s) de seguridad precedidas por una o varias membranas de ruptura y uno o varios manómetros que indiquen la ruptura de la membrana.



#### 4.1.3.2.3 Válvulas de vacío

Por varios motivos, no se recomienda emplear válvulas de vacío con TDI y MDI. El riesgo más importante es el de obstruir / obturar la válvula de vacío con sustancias sólidas (no es posible instalar una membrana de ruptura para evitar tal obstrucción). Las estructuras que no se puedan dotar de un dispositivo limitador de vacío deben diseñarse de manera que soporten, sin sufrir deformaciones permanentes, una presión externa no inferior a 0,4 bares por encima de la presión interior.

#### 4.1.3.3 Condiciones de humedad de los medios de transporte

Para descargar el TDI o el MDI deben emplearse unas tomas a través de las cuales se pueda aplicar aire o nitrógeno seco (punto de rocío < -20 °C, que corresponde aproximadamente a 1.020 ppm de agua). El consignatario debe ser quien suministre el aire o nitrógeno seco presurizado.

Filtro de gel de sílice: El uso del aire producido por el compresor del camión, con o sin filtro de gel de sílice, proporciona aire húmedo. No se recomienda utilizar el compresor del camión.

#### 4.1.3.4 Sistemas de descongelación y calefacción

El TDI y el MDI se transportan en depósitos aislados. La operación de carga suele producirse a temperaturas de entre 25 °C y 45 °C. A pesar de estas precauciones, puede producirse una pérdida de calor considerable antes de que el depósito llegue a su destino. Si la temperatura es inferior a 17 °C en el caso del TDI o a 15 °C si se trata de MDI, el depósito debe calentarse antes de proceder a la descarga. El producto debe calentarse a 25 - 45 °C hasta que toda la sustancia helada se descongele. La temperatura nunca debe superar los 45 °C con el fin de evitar la dimerización, que podría impedir que la sustancia cumpla las especificaciones.

Nota: las configuraciones de temperatura varían según la calidad del producto. Para más información, consulte a su proveedor.

Si el TDI se congela, se separan los isómeros. En tal caso, póngase en contacto con su proveedor

La mejor forma de descongelar TDI o MDI congelado es con agua a una temperatura máxima de 60 °C. El agua caliente es menos susceptible de causar dimerización que el vapor. Si no se dispone de agua caliente, puede emplearse vapor como fuente alternativa de calor, a una presión máxima absoluta de 1,7 bares (= 115 °C). La operación con vapor debe supervisarse para evitar el recalentamiento del TDI o el MDI y la consiguiente dimerización.

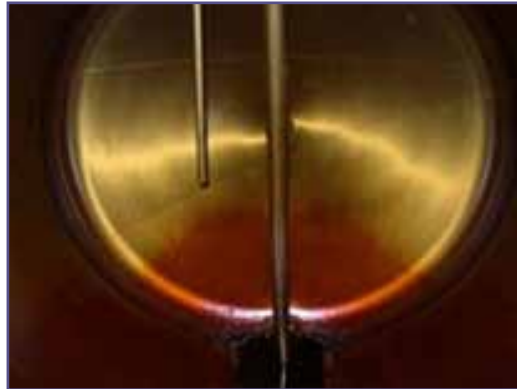
Los serpentines de calentamiento deben situarse en el exterior y la temperatura del TDI o MDI del interior debe controlarse durante el proceso de calentamiento.

También puede emplearse un sistema de calefacción eléctrico externo. Este sistema debe estar indicado para mantener la temperatura del contenido del depósito dentro de los límites requeridos por el proveedor de TDI y MDI. Estas Directrices no pueden ofrecer información más detallada al respecto porque las especificaciones de tal sistema dependen del grado y la sustancia que se esté transportando. Por consiguiente, el proveedor de TDI y MDI y el transportista deben ser conscientes de los requisitos y capacidades del sistema.

En el caso de sustancias sensibles, tales como el MDI monomérico, es importante que el sistema eléctrico de control de la calefacción pueda mantener la estructura a una temperatura controlada cuando el depósito vaya vacío en el viaje de regreso.

El cable de alimentación de los sistemas eléctricos de los camiones cisterna y de los isotanques debe terminar con un enchufe de 5 polos (32 A 6h) o un enchufe de 4 polos (64 A 6h).

#### 4.1.3.5 Tubos para muestras



Las empresas pertenecientes a ISOPA no permiten que se efectúe la carga de tubos de ensayo en los contenedores-cisterna y los camiones cisterna. Si el cliente necesita tomar muestras, éste será responsable de la operación y deberá recurrir a un punto de toma de muestras adecuado en la línea de descarga.

## 5 Auditoría de seguridad de los transportistas por carretera y operadores de depósitos

### 5.1 Aptitud del transportista: Evaluación y control

Todas las empresas pertenecientes a ISOPA utilizan los servicios de transportistas por carretera profesionales para distribuir sus productos. Resulta de vital importancia que las empresas químicas se cercioren de que los transportistas a los que se contrata sean competentes y trabajen cumpliendo las normas adecuadas de seguridad. Los clientes que asuman por sí mismos el transporte de TDI o MDI deben actuar del mismo modo.

El transportista principal es responsable de todos sus subcontratados en lo que respecta a la formación del conductor y las normas de seguridad estipuladas en estas Directrices.

### 5.2 Sistema de evaluación de la calidad y la seguridad

Es fundamental que los proveedores se cercioren periódicamente de la aptitud operativa de los transportistas. Puede consistir en auditorías, por ejemplo mediante el Sistema de evaluación de la calidad y la seguridad de CEFIC (SQAS) para el transporte rodado.

### 5.3 Cumplimiento de las normas y reglamentos de seguridad

Las auditorías no sustituyen ni reducen la responsabilidad básica del transportista de garantizar que sus medios cumplen las normas y reglamentos de seguridad apropiados y que están en correcto estado de mantenimiento.

## 6 Formación de conductores

### 6.1 Requisitos específicos para TDI y MDI

Además de los requisitos legales, los conductores deben ser formados por los consignadores o los transportistas para que sean conscientes de los peligros específicos que pueden surgir durante el transporte de TDI y/o MDI y las medidas que deben tomar en caso de emergencia.

Los consignadores y transportistas deben acordar incluir el requisito de que los conductores que transporten TDI y/o MDI reciban la formación especificada en el programa de formación de conductores de ISOPA ([www.isopa.org / logistics ehs / driver training](http://www.isopa.org/logistics_ehs_driver_training)).

### 6.2 Información general sobre el producto

La información básica sobre el producto está recogida en el Capítulo 2. Para más información, consulte las Fichas de datos de seguridad del fabricante. En lo que respecta al conductor, los aspectos esenciales a tener en cuenta son:

- Aunque el TDI es un líquido, puede solidificarse con facilidad por debajo de 17 °C
- El MDI tiene dos estados físicos, el polimérico es líquido, y el monomérico es sólido
- La presión de vapor del TDI es aproximadamente 20 veces mayor que la del MDI, lo que provoca concentraciones que superan los límites de exposición permisibles en el puesto de trabajo a temperatura ambiente.

Tanto el TDI como el MDI:

- Generan vapores 6 veces más pesados que el aire
- No se mezclan con el agua y son más pesados que ésta
- Presentan puntos de inflamación elevados (no clasificados como líquido inflamable)
- Ambos huelen, pero el umbral olfativo de detección de ambos productos supera con creces los límites de exposición permisibles en el puesto de trabajo

### 6.3 Recomendaciones de carga / transporte / descarga

Los fabricantes de TDI / MDI han acordado una serie de recomendaciones y procedimientos que permiten garantizar la seguridad en la carga, transporte y descarga de los productos a granel.

La Sección 7.5 recoge los procedimientos para la inspección de los medios de transporte a granel. En el Capítulo 8 se hacen recomendaciones para garantizar la seguridad en el transporte de sustancias.

En cuanto a la descarga a granel, los fabricantes insisten en la necesidad de delimitar perfectamente las responsabilidades del conductor y del personal del cliente. Los fabricantes son conscientes de que los procedimientos pueden variar, pero la Sección 9.6 ofrece una recomendación que resulta muy conveniente adoptar.

Si un conductor estima que el procedimiento de descarga no puede realizarse de un modo seguro, debe suspender la descarga y ponerse en contacto con su organización para que le aconsejen al respecto.

## 6.4 Capacitación técnica

El conductor debe estar plenamente familiarizado con todos los accesorios y equipamiento relacionados con los camiones cisterna o los contenedores-cisterna, en especial con:

- La disposición y el funcionamiento de todas las conexiones del recipiente, incluido el funcionamiento del sistema de suministro de gas seco instalado para evitar la entrada de aire húmedo durante el proceso de descarga.
- El sistema de calefacción para mantener la temperatura del producto dentro de los límites especificados por el fabricante o el cliente

## 6.5 Vertidos

A la hora de considerar los diversos aspectos del vertido, es necesario hacer distinción entre los vertidos menores y los mayores que se producen, por ejemplo, en un camión cisterna para sustancias a granel. El criterio fundamental para distinguir entre ambos es la capacidad de los presentes para hacer frente al vertido in situ. Así, un vertido menor se puede definir como aquel que puede controlarse mediante los medios disponibles, mientras que para un vertido mayor será necesario solicitar apoyo externo a los servicios de emergencia.

El vertido de una gran cantidad de TDI / MDI debería bombearse, en la medida de lo posible, a un depósito o envase adecuado antes de eliminarlo.

En caso de que haya que neutralizar el TDI / MDI deben extremarse las precauciones dado que el calor generado incrementará los riesgos provocados por el vapor. Para más información, consulte el párrafo siguiente y las fórmulas descritas en la Sección 6.6.

### 6.5.1 Vertidos pequeños

- Despejar la zona, retirando a las personas que no sean esenciales
- Informar al supervisor de la operación
- Emplear la protección respiratoria además del Equipo de Protección Personal descrito en las secciones 3.1 y 3.2
- Evitar, si es posible, cualquier otro vertido posterior, **pero sin asumir ningún riesgo personal**
- Cubrir el vertido con materiales absorbentes como arena, tierra húmeda o arcilla
- Verter líquido descontaminante (véase la Sección 6.6) sobre el vertido y dejar que la mezcla reaccione durante 30 minutos como mínimo
- Con ayuda de una pala, introducir con cuidado el material absorbente y el vertido en uno o varios contenedores abiertos adecuados para residuos y añadir más líquido descontaminante
- Retirar los contenedores a un lugar seguro y taparlos sin apretar. Transcurridos varios días, los residuos están ya listos para ser eliminados, preferentemente por incineración
- Lavar la zona contaminada con grandes cantidades de agua o líquido descontaminante
- Cuando se hayan restablecido las condiciones de seguridad, retirar y descontaminar el equipo de protección y volver a colocarlo en el lugar en el que se guarda normalmente

### 6.5.2 Vertidos grandes

Además de los puntos enumerados en 6.5.1, se deberá tener en cuenta las siguientes indicaciones para gestionar vertidos grandes.

- Póngase de espaldas al viento para evitar inhalar vapor
- Evite que entre nadie
- Notifique inmediatamente el incidente a los servicios de emergencia \*
- Es muy recomendable que los integrantes del equipo de emergencia empleen aparatos autónomos de respiración.

**\* en caso de que se produzca un accidente en tránsito, notifíquelo inmediatamente a los servicios de emergencia y al proveedor.**

- Contenga y cubra el vertido con espuma extintora (si no se dispone de ella pueden emplearse materiales absorbentes tales como arena húmeda, tierra húmeda o arcilla). Es preciso extremar las precauciones con los absorbentes orgánicos como el serrín, ya que en casos extremos podría incendiarse a consecuencia del calor generado durante el proceso de neutralización. En la medida de lo posible, evite que el TDI / MDI penetre en las alcantarillas. Si el TDI / MDI entrase en ellas, informe inmediatamente al servicio de bomberos y a la autoridad de saneamiento.
- Una vez absorbido el vertido (tras unos 15 minutos), utilice una pala para introducir el material absorbente y el vertido en uno o varios contenedores adecuados para residuos y añada más líquido descontaminante. Si el material se retira rápidamente se reduce la evaporación. Los contenedores adecuados son bidones con apertura superior y poca capacidad (20 - 60 litros). No obstante, también pueden emplearse otros contenedores de apertura superior. Los bidones sólo se deben llenar hasta el 70 % de su capacidad y deben cubrirse de forma no hermética PARA EVITAR UNA POSIBLE ACUMULACIÓN DE PRESIÓN. Los contenedores deben comprobarse periódicamente durante varios días para su posterior eliminación, preferiblemente por incineración.

## 6.6 Soluciones líquidas descontaminantes

<i>Fórmula (peso o volumen)</i>	<i>%</i>
Carbonato sódico	5 - 10
Detergente líquido	0,2 - 2
Agua	hasta completar el 100 %

La fórmula citada debe emplearse normalmente para neutralizar los vertidos y descontaminar las zonas afectadas. Asimismo, es preciso descontaminar los envases y otros materiales utilizados, tales como herramientas.

Si se emplea esta fórmula, debe añadirse al TDI /MDI lentamente y con cuidado. Este aspecto cobra más importancia cuanto mayor sea el volumen de TDI /MDI que debe neutralizarse. Esta precaución se debe a que la reacción puede generar calor que a su vez provoca la acumulación de vapor de TDI / MDI y la formación de dióxido de carbono.

A temperaturas inferiores a 0 °C conviene añadir a la fórmula un alcohol del tipo del etanol (alcohol de uso industrial), isopropanol o butanol con objeto de evitar que se congele el producto de neutralización. No obstante, la utilización de alcoholes implica que el descontaminante pasará a ser inflamable, lo que aumenta el riesgo de incendio.

## 6.7 Incendio

- Despeje la zona, retirando a las personas que no sean esenciales
- Colóquese de espaldas al viento para evitar inhalar vapor
- Evite que entre nadie
- Notifique inmediatamente el incidente a los servicios de emergencia \*
- Informe al supervisor de la operación.

Todos los productos de TDI / MDI afectados por un incendio pueden generar humos tóxicos en concentraciones nocivas para la salud. Las personas encargadas de sofocar el fuego deben ponerse equipos de protección integral. Es fundamental emplear aparatos de respiración autónomos.

Son agentes extintores adecuados:

- Polvo seco
- Espuma proteínica
- Dióxido de carbono
- Agua \*

**\* Si se emplea agua, debe hacerse en cantidades abundantes. Deben extremarse las precauciones dado que la reacción entre el agua y el TDI / MDI caliente puede ser virulenta.**



### 6.8 Reacción contra emergencias

Todos los transportistas dedicados al transporte de TDI y/o MDI deben contar con un sistema de respuesta ante emergencias activo las 24 horas del día y los 7 días de la semana para recibir mensajes de emergencia durante el transporte y comunicarse con las autoridades locales y sus proveedores. Los transportistas deben tener la capacidad de intervenir con el personal y el equipo logístico en caso de que se produzca un incidente. Los conductores deben estar capacitados para ser los primeros en actuar y para avisar a la empresa y los servicios de emergencias.

Todas las compañías pertenecientes a ISOPA dedicadas al transporte de TDI y/o MDI en Europa disponen de un sistema de respuesta ante emergencias activo las 24 horas del día, 7 días a la semana, para recibir mensajes de emergencia durante el transporte por parte de los transportistas, los clientes, los servicios de emergencia u otros agentes, así como para ofrecer asesoramiento técnico con objeto de minimizar cualquier riesgo resultante de un incidente. En la página web de ISOPA ([www.isopa.org/emergency response](http://www.isopa.org/emergency_response)) se puede obtener un manual de emergencias específico para TDI /MDI.

Los fabricantes de TDI y MDI han establecido un plan de ayuda mutua / respuesta ante emergencias de alcance europeo. Los aspectos básicos de este plan se describen en el Capítulo 11.

## 7 Operaciones de carga

### 7.1 Conformidad con los reglamentos de transporte modal

Es responsabilidad del operario del punto de carga garantizar la conformidad con las normativas que regulan el transporte modal relativas a los niveles máximo / mínimo de altura libre de líquido, si procede, y con las normativas nacionales e internacionales sobre el límite de peso adecuado para el itinerario previsto.

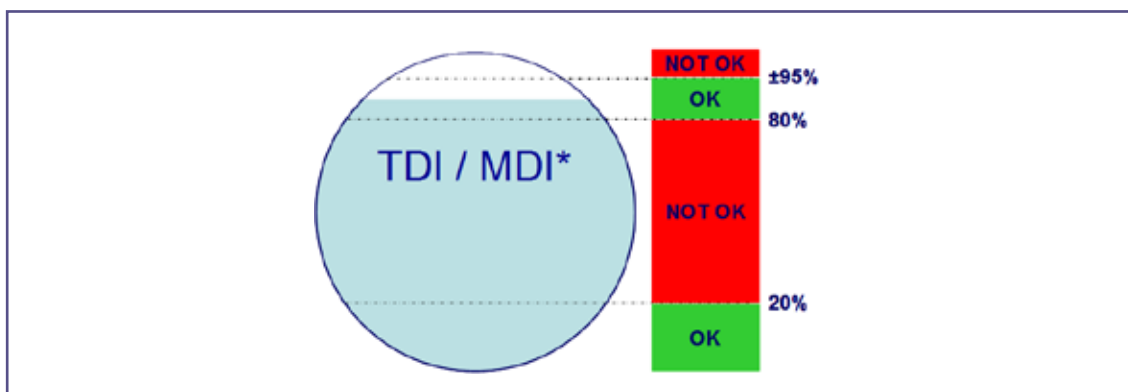
### 7.2 Accesibilidad de las instrucciones escritas de funcionamiento

Todos los puntos de llenado deben disponer de instrucciones de funcionamiento escritas relativas a la carga de TDI y MDI en camiones cisterna para productos a granel, isotanques y contenedores de caja móvil. Las personas implicadas en las operaciones deben haber sido formadas previamente en el modo de realización. Las instrucciones deben identificar los riesgos específicos del TDI / MDI en cuestión y garantizar el funcionamiento correcto del equipo de llenado tanto en condiciones normales como en situaciones de emergencia. Asimismo, los conductores deben estar familiarizados con los procedimientos de seguridad, incluyendo las alarmas in situ y el empleo del equipo de seguridad en el punto de carga.

### 7.3 Regla del 80/20

El Capítulo 4.3.2.2.4 del ADR indica que:

*“Los depósitos destinados al transporte de materias en estado líquido o gas licuado o gas licuado refrigerado que no estén divididos en secciones de una capacidad máxima de 7.500 litros por medio de mamparos o de rompeolas se llenarán hasta no menos del 80% o no más del 20% de su capacidad”.*



\*) Esta regla se aplica únicamente a productos peligrosos. Por consiguiente, la regla es aplicable al TDI pero no al MDI, ya que éste último no está clasificado como sustancia peligrosa por el ADR.

El objetivo de la "regla del 80/20" es reducir el efecto del vaivén del líquido en el interior del depósito, que se intensifica en los vehículos cargados parcialmente y reduce la estabilidad de los mismos, independientemente de la peligrosidad del producto.

Por consiguiente, se aconseja aplicar esta regla a todos los vehículos cisterna que transporten MDI.

Se recomienda a proveedores y transportistas que efectúen los controles pertinentes para garantizar el cumplimiento de la "regla del 80/20" cuando prevean entregas de TDI y MDI.

#### **7.4 Carga de TDI / MDI con poliol en compartimentos contiguos**

Con arreglo a lo dispuesto en el Capítulo 4.3.2.3.6 del ADR, no está permitido transportar TDI ni poliol (formulado) en compartimentos contiguos salvo que éstos estén divididos por una separación con una pared cuyo grosor sea igual o mayor al del propio depósito. Asimismo, pueden transportarse separados por un espacio o compartimento vacío entre los compartimentos cargados.

Según lo anterior, es muy recomendable seguir el mismo procedimiento para el MDI. A pesar de que no esté contemplado por la normativa, el MDI presenta las mismas características reactivas que el TDI.

#### **7.5 Inspección de los medios de transporte a granel**

Como parte de las instrucciones de trabajo, el personal de la terminal de carga debe realizar una inspección de los medios de transporte a granel antes, durante y después de la carga. Esta inspección no sustituye ni disminuye la responsabilidad del operario de los medios de transporte a granel de garantizar que dichos medios son objeto de las pruebas y operaciones de mantenimiento oportunas y están listos para la carga. Su objetivo es garantizar el transporte de TDI y MDI del modo más seguro posible. Se recomienda al operario de carga que se sirva de la lista de inspección detallada en la Sección 7.5.1 para verificar el estado del medio de transporte a granel de TDI y MDI. Esta lista debe aplicarse en todas las operaciones de carga.

La lista de inspección presupone que el TDI y el MDI van a ser transportados en régimen de transporte internacional. En aquellas circunstancias en las que el TDI y el MDI vayan a ser transportados por territorios nacionales sometidos a normativas que discrepen de los requisitos exigidos en los convenios de transporte internacional, se debe modificar la lista de inspección para contemplar tales discrepancias.

Además de la inspección periódica de los medios de transporte a granel, previa a cada operación de carga, una persona responsable de la empresa de carga debe realizar una verificación del estado de cada camión cisterna o isotanque antes de proceder a ponerlo en servicio por primera vez o a reincorporarlo al servicio después de una operación de mantenimiento o reparación. Estas verificaciones se pormenorizan en la Sección 8.10.

### 7.5.1 Inspección periódica de los camiones cisterna y contenedores-cisterna en las terminales de carga

Si alguna de las condiciones siguientes no se cumple, debe detenerse la operación de carga y resolver la situación antes de proseguir con ella:

#### Procedimientos administrativos

1. ¿Tiene el conductor un certificado ADR válido (sólo para TDI) para transportar mercancías peligrosas?
2. ¿Dispone el conductor además de un certificado válido de formación de conductores sobre TDI / MDI \*?
3. Verifique que la capacidad del vehículo es la adecuada para la cantidad que se va a cargar y que, una vez cargada, la altura libre de líquido y el peso bruto máximo autorizado del vehículo, que pueden variar de un país a otro, se hallan dentro de los límites permitidos por ley.



\* Tal y como se indica en 1.2, el MDI ha sido desclasificado por un comité de expertos de la ONU, a pesar de lo cual, por motivos de Precaución Responsable®, el diseño de las unidades de transporte de MDI a granel sigue siendo el mismo que existía antes de que se desclasificara el MDI.

#### Antes de cargar

1. ¿Presenta el camión defectos visuales que pudieran constituir un factor de riesgo? (por ejemplo, luces o neumáticos defectuosos...).
2. ¿Estaban cerradas todas las válvulas, escotillas y trampillas a la llegada?
3. La inspección del depósito para comprobar su limpieza, si la realiza el proveedor, debe efectuarse en este momento. El conductor debe presentar un certificado de limpieza y un certificado de punto de rocío (-20 °C) o una declaración de que la carga anterior fue también de TDI o MDI.
4. Sólo para el TDI: ¿Están todas las señales de "mercancías peligrosas" y la placa anaranjada Kemler (60/2078) en su sitio? ¿Dispone el vehículo de las instrucciones por escrito, en el/los idioma(s) correspondiente(s)?
5. Sólo para el TDI: El número de clase (6) debe aparecer en el ángulo inferior de la etiqueta de la clase 6.1 (tóxico).
6. ¿Dispone el conductor de todos los elementos necesarios de la indumentaria de protección y del equipo de seguridad? (para más información, consulte el Capítulo 3).
7. ¿Están en su sitio todas las tapas o bridas de cierre con todos sus pernos y juntas bien colocados?
8. ¿Dispone el vehículo de todo el equipo específico necesario, y está limpio y en perfecto estado?
  - a. Equipo estándar según ADR
  - b. Secador de aire, compresor, dispositivos de aislamiento y de calefacción, válvula de seguridad limitadora de presión, conexión del vapor de retorno y válvula de muestreo, si es necesaria
9. ¿Funcionan correctamente todas las válvulas (libertad de movimiento) y están bien cerradas?
10. Notifique al supervisor de operaciones del punto de carga la cantidad que se va a cargar.

**Durante la carga**

1. Es fundamental una vigilancia continua de la operación de carga.
2. Cerciórese de que no se sobrepasan los niveles de llenado máximo y mínimo permitidos.

**Después de cargar**

1. Compruebe que no se haya sobrepasado el peso bruto máximo del vehículo autorizado.
2. ¿Están todas las válvulas cerradas y colocadas las bridas de obturación, con las juntas y los pernos en su sitio?
3. ¿Están cerradas todas las escotillas?
4. Compruebe la limpieza exterior y la ausencia de derrames.
5. Compruebe la limpieza de las bandejas antivertido.

**7.5.2 Inspección inicial de los camiones cisterna, contenedores-cisterna y contenedores de caja móvil Primera entrada en servicio**

Antes de introducir TDI / MDI por primera vez en los camiones cisterna, contenedores-cisterna o contenedores de caja móvil, una persona responsable de la empresa de carga debe verificar los siguientes puntos:

1. ¿Se ha limpiado correctamente el depósito? (disponibilidad del certificado de limpieza).
2. Verifique que se hayan tomado medidas para garantizar que la atmósfera del compartimento tenga un punto de rocío  $< -20$  °C.
3. Continúe con la secuencia de inspección de acuerdo con lo indicado en 7.5.

**Reincorporación al servicio**

Véase la Sección 8.10.

**7.5.3 Mantenimiento de los medios de transporte**

En el curso de las operaciones puede ser necesario efectuar tareas de mantenimiento del medio de transporte no programadas, por ejemplo, si los polímeros que se forman al reaccionar el TDI / MDI con la humedad (atmosférica) obturan las válvulas y los conductos.

Se debe instar a los clientes a informar inmediatamente al consignador de cualquier dificultad que experimenten. Puede ser de gran ayuda colocar en el medio de transporte una etiqueta con información sobre el problema en el viaje de vuelta.

## 8 Transporte intermodal y por carretera

### 8.1 Responsabilidades del transportista

El transportista es responsable de la seguridad del transporte de TDI / MDI por carretera desde el punto de carga hasta el punto de descarga. Debe cumplirse lo siguiente:

### 8.2 Instrucciones por escrito - para TDI únicamente

Es preciso disponer de instrucciones por escrito, conforme a lo indicado en la Sección 5.4.3.4 del ADR, en un lugar accesible de la cabina del vehículo para recurrir a ellas en caso de una situación de emergencia provocada por un accidente en el curso del transporte.

El transportista debe facilitar estas instrucciones al personal de la flota de vehículos en sus respectivos idiomas antes de comenzar el trayecto. El transportista debe cerciorarse de que cada integrante del equipo encargado de la flota de vehículos comprende las instrucciones y puede llevarlas a cabo adecuadamente.

Antes de comenzar el trayecto, los miembros del personal de la flota de vehículos deben informarse de los productos peligrosos cargados y consultar las instrucciones por escrito para verificar las medidas que deben adoptar en caso de accidente o emergencia.

### 8.3 Itinerario

El transportista debe planificar cuidadosamente el itinerario a seguir y entregarlo al consignador, si éste lo solicita. No obstante, toda la responsabilidad respecto al cumplimiento de las normativas locales en materia de red viaria, túneles o puentes recae en el transportista. Al igual que con todas las sustancias químicas peligrosas, el itinerario debe, en la medida de lo posible:

- Circular por autopistas
- Evitar las zonas con alta densidad de población

### 8.4 Aparcamiento seguro

Los conductores de los vehículos que transportan TDI o MDI deben, mientras estén en ruta, cerciorarse de que el vehículo, cuando no está en marcha, está siempre vigilado o estacionado en un lugar seguro. Se debe prestar especial atención a la hora de seleccionar un lugar seguro para aparcar. Siempre que sea posible, deben usarse estacionamientos o locales industriales vigilados. Preferentemente, se debe aparcar en un lugar aislado y al aire libre, en una zona que esté iluminada por la noche. Se recomienda encarecidamente que los destinatarios de la mercancía proporcionen un aparcamiento seguro a los vehículos que lleguen fuera de las horas específicas de acceso.

### 8.5 Condiciones climáticas adversas

Al igual que con cualquier sustancia química peligrosa, cuando el transporte de TDI o MDI se produce en condiciones climáticas adversas, como carreteras heladas, nieve o poca visibilidad, es preciso detener el vehículo en el aparcamiento adecuado más próximo. El vehículo no debe continuar su ruta hasta que mejore el tiempo.

En algunos países europeos lo anterior es obligatorio para todas las sustancias peligrosas.

### 8.6 Retrasos o accidentes

Debe informarse al consignador a la mayor brevedad de cualquier retraso en el transporte, ya sea causado por condiciones climáticas adversas, averías u otros motivos.

En caso de accidente en ruta que obligue a la inmovilización del vehículo, que origine vertidos o posibles fugas, el conductor y el transportista deben seguir el procedimiento de emergencia de la empresa y, si se trata de TDI, las instrucciones por escrito (véase 8.2). Debe informarse urgentemente al consignador / la empresa proveedora de los pormenores del accidente. Puede llamar al número de asesoramiento técnico de emergencia del proveedor y, si fuese necesaria ayuda de emergencia en el lugar del incidente, es preciso poner en marcha el Plan de Respuesta a las Emergencias de ISOPA (véase el Capítulo 11).

### 8.7 Controles de temperatura en ruta

Durante el transporte de TDI / MDI a granel, es preciso comprobar regularmente la temperatura del producto contenido en el depósito y anotarla en una lista de comprobación o un libro de registro.

Si la temperatura del producto del depósito aumenta más de 5 °C por encima de la especificada por el proveedor, el conductor debe informar inmediatamente a su empresa, que a su vez informará al proveedor para recibir instrucciones.

La temperatura del producto debe comprobarse, como mínimo, inmediatamente después de la carga y antes de la descarga.

### 8.8 Desplazamientos multimodales

En el transporte multimodal sin acompañamiento de conductor / tractor durante la etapa por ferrocarril – mar, se debe prestar especial atención para garantizar que el vehículo rodado que realiza la entrega final vaya etiquetado como corresponde, con las señales adecuadas y – sólo en el caso de TDI – con las instrucciones por escrito pertinentes y especificadas en la Sección 8.2. La responsabilidad recae en la empresa de transporte.

El consignador debe planificar la ejecución de un control de seguridad en las terminales de contenedores en las que se efectúa el trasbordo entre los modos de transporte. El control debe prestar especial atención a las instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas (p. ej., segregación), y al equipo de emergencia disponible.

### 8.9 Apertura de los contenedores-cisterna

Debe evitarse la recogida de muestras de los contenedores-cisterna. Por tanto, debe colocarse una pegatina especial en la escotilla que prohíba su apertura.



ISOPA ha elaborado y distribuido entre los conductores una carta de apoyo en la que se insta a las autoridades aduaneras a no abrir los contenedores-cisterna para efectuar inspecciones. Este documento está disponible en la página web de ISOPA ([www.isopa.org](http://www.isopa.org)).

### 8.10 Reincorporación del equipo al servicio

Antes de volver a poner en servicio los camiones cisterna, contenedores-cisterna o contenedores de caja móvil (swap-body) tras una operación de mantenimiento o reparación, una persona autorizada de la plantilla del propietario del equipo o contratista designado por éste debe comprobar los siguientes puntos:

1. Verificar que las operaciones de mantenimiento y reparación se han efectuado eficazmente comparándolas con los trabajos que se habían solicitado.
2. ¿Se ha limpiado correctamente el depósito? (disponibilidad del certificado de limpieza).
3. Verificar que se hayan tomado medidas para garantizar que la atmósfera del compartimento tenga una temperatura de rocío  $< -20$  °C.
4. ¿Están cerradas todas las aberturas y los pernos en su sitio y correctamente fijados?



## 9 Operaciones de descarga

Responsabilidades según las Directrices de Seguridad basada en el Comportamiento (BBS):

Las funciones y responsabilidades en las operaciones de carga y descarga con arreglo a lo acordado por CEFIC y ECTA se describen en el documento conjunto de CEFIC-ECTA:

**"Directrices de seguridad basada en el comportamiento para la carga y descarga segura de vehículos de transporte de mercancías por carretera, edición de 2 de marzo de 2007"** ("Behaviour Based Safety Guidelines for the Safe loading and unloading of Road Freight Vehicles")

### 9.1 Responsabilidades según las disposiciones de la "Directiva Seveso"

La Directiva sobre riesgos de accidentes graves en determinadas actividades industriales (82/501/CEE) aprobada en 1982 y actualizada en 1996 (96/82/CE) se conoce generalmente como "Directiva Seveso" y dotó a los miembros de la Comunidad Europea de reglas homogéneas para:

1. Prevenir accidentes industriales importantes o limitar los daños en caso de accidente, y
2. Evitar el daño al medio ambiente

Esta Directiva del Consejo, en su versión vigente, afecta a todos los miembros de la industria del poliuretano que fabrican y almacenan TDI en cantidades superiores al límite establecido, que actualmente es de 10 toneladas, y que está restringido a un máximo de 100 toneladas. La Directiva sólo afecta a los Estados miembros de la UE, pero puede ser sustituida por la legislación nacional. Asimismo, los países extracomunitarios pueden decidir implantar esta Directiva de la UE.

En todos los casos, la dirección de la planta debe adoptar medidas y demostrar en todo momento a las autoridades, si así se le solicita, que ha:

- Identificado los principales riesgos de accidente
- Adoptado medidas de seguridad apropiadas, y
- proporcionado a las personas que trabajan in situ información sobre seguridad, formación y equipo adecuado para:
  - prevenir accidentes importantes (es decir, vertidos y emisiones durante la descarga)
  - tomar las medidas adecuadas en caso de accidente, y
  - limitar las consecuencias para las personas y el medio ambiente, si ocurriese el accidente

Para más información sobre el cumplimiento de la "Directiva Seveso", consulte **"Directrices para los fabricantes de poliuretano sobre la Directiva Seveso y su aplicación"** (Guidance on the Seveso directive and its Application to Polyurethane Manufacturers) elaborada por ISOPA.

## 9.2 Criterios a cumplir por las instalaciones de descarga

La operación de descarga de TDI / MDI puede resultar peligrosa. Habida cuenta de los riesgos potenciales relacionados con el TDI y el MDI, es importante que las instalaciones de descarga estén:

- ubicadas adecuadamente,
- diseñadas y construidas correctamente,
- utilizadas y mantenidas adecuadamente y
- verificadas periódicamente para cumplir las normas establecidas (véase Evaluación de seguridad)

## 9.3 Evaluación de seguridad de las instalaciones de descarga y almacenamiento

Las condiciones en las que se produce la recepción de mercancías de TDI / MDI en las instalaciones del cliente son responsabilidad del cliente. Se recomienda que los proveedores, a solicitud del cliente y en cooperación con el mismo, planifiquen una evaluación de seguridad de las instalaciones de descarga y almacenamiento del cliente antes de la entrega inicial y a intervalos periódicos, de acuerdo con la lista de comprobación de evaluación de ISOPA.

El plan de evaluación de ISOPA ayuda a los usuarios de isocianatos a inspeccionar sus instalaciones de descarga de sustancias a granel. La lista de comprobación puede descargarse en la página [www.isopa.org](http://www.isopa.org). El objetivo es garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad durante la manipulación del producto y su almacenamiento, así como compartir buenas prácticas del sector. Las empresas pertenecientes a ISOPA actualizan con regularidad la lista de comprobación de evaluación.

## 9.4 Criterios a cumplir por las mangueras de descarga

Se recomienda encarecidamente que los clientes sean los propietarios de todas las mangueras de descarga y de las mangueras de retorno de vapor necesarias para descargar el producto; que dichas mangueras estén especialmente indicadas para su uso con TDI / MDI y que estén provistas de una válvula anti-retorno de bola en el extremo de la conexión del depósito, o un dispositivo equivalente para hacer estanca la manguera (como una brida de obturación).

Las líneas / mangueras de carga y descarga de sustancias deben ser DN50. La línea / manguera de retorno de vapor debe ser de un diámetro adecuado a la capacidad de la bomba y debe conectarse a una conexión de retorno de vapor DN50.

## 9.5 Equipo de protección del operario

Toda la indumentaria de protección y los equipos de emergencia necesarios deben estar disponibles para las operaciones de descarga (para más información, consúltese el Capítulo 3). Es preciso formar a las personas en la correcta utilización de indumentaria y equipos. Siempre que el conductor salga del vehículo debe llevar puesto el equipo de protección personal mínimo exigido con objeto de garantizar su seguridad personal en caso de emergencia.

### 9.6 Procedimientos recomendados para descargar medios de transporte a granel

La descarga a granel debe realizarse, preferiblemente, con bombas y no con aire o nitrógeno comprimido. Los camiones cisterna y los contenedores-cisterna están equipados para la descarga superior únicamente, de manera que la operación se realiza por medio de un tubo de aspiración. Es aconsejable emplear un sistema de retorno de vapor por motivos de seguridad (para prevenir la emisión de vapores de TDI /MDI y daños por vacío) y para preservar la calidad del producto.

Si se emplea una bomba para descargar el producto, es preferible que no disponga de juntas (por ejemplo, una bomba de accionamiento magnético). No obstante, también pueden emplearse bombas de junta mecánica. Si se emplea una bomba de desplazamiento positivo ésta debe incorporar una válvula de seguridad con el punto de descarga en el lado de succión de la bomba.

Las instalaciones de descarga deben estar diseñadas para evitar que se produzcan condiciones de vacío en el depósito del vehículo.

El propietario de las instalaciones de descarga debe elaborar los procedimientos de trabajo por escrito describiendo todos los aspectos de la descarga de TDI / MDI. Asimismo, se precisan procedimientos específicos relativos a la división de responsabilidades entre el conductor y el receptor de la mercancía.

Debido a las variaciones en la configuración de las instalaciones receptoras de la mercancía, las actividades a realizar y la secuencia en la que se realizan, descritas en el siguiente procedimiento recomendado, no deben tomarse al pie de la letra. El objeto de esta sección es demostrar la complejidad de la operación y, por tanto, la necesidad de establecer claramente la división de responsabilidades entre las partes implicadas.

El conductor tiene el deber para con su empresa de proteger la integridad del vehículo. El receptor debe garantizar que el producto se descarga en el depósito correcto sin que se deteriore la calidad. Ambos deben cooperar estrechamente en el proceso de descarga para garantizar que el trasvase se lleva a cabo de modo seguro.

**PROCEDIMIENTOS RECOMENDADOS PARA DESCARGAR CAMIONES CISTERNA / CONTENEDORES-CISTERNA**

<i>Operario del receptor</i>	<i>Conductor</i>
	1. Lleva el vehículo a la zona de recepción
	2. Facilita al operario todos los documentos pertinentes. Estos documentos pueden consistir en: resguardo de pesaje, albarán, certificado de análisis y documento de transporte.  Muestra su certificado de formación de conductores sobre TDI / MDI de ISOPA.
3. Comprueba que: aparece el mismo nombre de producto en: - el punto de descarga - el permiso de descarga - el recibo de transporte / documento de transporte - el certificado de análisis  aparece el mismo número de matrícula del depósito / isotanque en: - el permiso de descarga - el recibo de transporte / documento de transporte  el conductor dispone de un certificado válido de formación de conductores sobre TDI / MDI de ISOPA.	
4. Sólo para el TDI: Comprueba que la placa anaranjada Kemler y el recibo de transporte son idénticos a: - los del punto de descarga - los del permiso de descarga	
5. Comprueba el peso que hay que descargar en el permiso de descarga. Se cerciora de que dicha carga cabe en el depósito receptor.	
6. Dirige el camión cisterna al punto de descarga y permanece en él durante toda la operación.	
	7. Estaciona el vehículo y, en la medida de lo posible, lo deja preparado para una evacuación de emergencia.
8. Comprueba que las ruedas están bloqueadas con dos (2) calzos.	8. Prepara el vehículo para la descarga: - apaga el motor - pone el freno de mano

<i>Operario del receptor</i>	<i>Conductor</i>
9. Coloca las señales delante y detrás del camión cisterna para indicar que se está efectuando un transvase.	
10. El receptor y el conductor se ponen su equipo de protección personal.	
11. Indica al conductor dónde se encuentran: <ul style="list-style-type: none"> <li>- las duchas y lavaojos de seguridad</li> <li>- el extintor</li> <li>- el botón de parada de emergencia</li> <li>- el teléfono o intercomunicador, y explica al conductor los procedimientos de emergencia de la instalación</li> </ul>	
12. En caso de desacuerdo, el receptor o el conductor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- suspende la descarga</li> <li>- informa al responsable de tráfico rodado de la instalación y al planificador del transportista</li> <li>- ambos consultan a sus superiores para recibir instrucciones</li> <li>- anota el incidente en el registro de incidencias</li> </ul>	
13. Coloca la pasarela que ofrece acceso seguro a la parte superior del vehículo. Como medida alternativa, prepara el sistema de detención de caídas para su uso.	
14. El conductor abre la tapa de la bandeja antivertidos del vehículo.	
	15. Se cerciora de que todas las válvulas del vehículo estén bien cerradas. Quita las bridas de obturación o tapas de todas las salidas.
16. Comprueba que el equipo de las instalaciones - manguera del producto, línea de retorno de vapor o de nitrógeno / aire comprimido, acoplamientos, juntas y precintos - está en buen estado y preparado para su cometido y lleva a cabo una inspección visual de la limpieza del interior.	16. Lleva a cabo una inspección visual de la limpieza y el correcto funcionamiento de las válvulas de vehículo.
<b>17. SÓLO PARA DESCARGA MEDIANTE BOMBA:</b>	
<b>17a. Con línea de retorno de vapor</b>	
a. Instala la conexión de la línea de retorno de vapor al depósito de almacenamiento. b. Se cerciora de que las válvulas de la línea de retorno de vapor estén abiertas. c. Se asegura de que la relación entre la bomba y la capacidad de flujo de vapor es tal que la presión del depósito de transporte nunca sea inferior a las condiciones atmosféricas.	d. Instala la conexión de la línea de retorno de vapor en el vehículo. e. Se cerciora de que las válvulas de la línea de vapor estén abiertas.

<i>Operario del receptor</i>	<i>Conductor</i>
<b>17b. Sin línea de retorno de vapor</b>	
a. Se asegura de que la capacidad de flujo de aire seco es tal que la presión del depósito de transporte nunca sea inferior a las condiciones atmosféricas.	b. Conecta y abre el orificio de ventilación del camión cisterna al suministro de aire / nitrógeno seco del receptor
<b>18. SÓLO PARA DESCARGA A PRESIÓN:</b>	
a. Comprueba que el suministro de gas seco esté libre de impurezas, especialmente de agua, herrumbre, etc. b. Se asegura de que la presión del aire seco no sea superior a dos (2) bares.	c. para conectar el aire / nitrógeno seco (en el caso del MDI monomérico es preferible el nitrógeno) al vehículo.
19. a) Comprueba la existencia y el estado de los acoplamientos y las juntas y conecta el brazo de descarga o la manguera flexible.	19. b) Ayuda al receptor.
20. Si el producto cumple las especificaciones, empieza el procedimiento de descarga.	
21. a) Abre la manguera o la válvula del brazo de descarga.	21. b) Supervisa el trabajo del receptor.
22. Si es preciso, extrae una muestra, pero sólo de la línea de descarga fija o del depósito de almacenamiento.	
<b>23. DESCARGA SUPERIOR POR BOMBA:</b>	
a. Abre la válvula de la línea del receptor.	b. Abre la válvula de salida del camión cisterna.
<b>24. DESCARGA SUPERIOR POR PRESIÓN:</b>	
a. Abre la válvula de suministro de gas seco. c. Cuando se ha alcanzado la presión en el camión cisterna, abre la válvula de la línea del receptor.	b. Abre la válvula de admisión de gas seco del vehículo. d. Abre la válvula de salida del camión cisterna.
25. a) Observa y controla el trasvase incluido el nivel de producto en el depósito de recepción. Si detecta alguna anomalía en la descarga del producto, el receptor debe: - detener inmediatamente la descarga - informar inmediatamente a sus superiores y esperar instrucciones - anotar el incidente en el registro de incidencias	25. b) Permanece junto al vehículo durante el trasvase para supervisar las operaciones y ayudar en caso de emergencia.

<i>Operario del receptor</i>	<i>Conductor</i>
<b>Al finalizar la operación de trasvase:</b>	
<b>26. DESCARGA SUPERIOR POR BOMBA:</b>	
a. Mueve la manguera para que el contenido fluya a la bomba por efecto de la gravedad y para facilitar el drenaje de la manguera. b. Cierra la válvula de la línea del receptor. c. Detiene la bomba.	
<b>27. DESCARGA SUPERIOR POR PRESIÓN:</b>	
a. Cierra la válvula de suministro de gas seco. b. Desconecta la línea de suministro de gas seco. c. Deja que la cisterna se descomprima a través de la línea del receptor hasta que alcance un máximo de 0,1 bares. d. Cierra la válvula de la línea del receptor.	e. Cierra las conexiones del camión cisterna.
<b><i>Es preciso comprobar siempre si el depósito de transporte y/o el equipo tiene presión antes de cualquier conexión o desconexión.</i></b>	
28. a) Desconecta el brazo de descarga o la manguera flexible y vacía los residuos en un contenedor seguro; estos elementos deben taparse y almacenarse en lugar seguro y seco.	28. b) Ayuda al receptor.
	29. Vuelve a colocar las tapas / bridas de obturación en las conexiones del vehículo.
30. Retira la pasarela y la fija en posición superior o guarda el sistema de detención de caídas.	
31. El receptor y el conductor se quitan el equipo de protección personal y comprueban meticulosamente si se ha contaminado algún elemento durante el proceso de descarga.	

<i>Operario del receptor</i>	<i>Conductor</i>
32. a) Autoriza al conductor a dejar el área de descarga.	<p>32. b) El conductor debe asegurarse de que es seguro dejar el área de (des)carga, para lo cual dará una vuelta alrededor del vehículo y realizará una comprobación de 3 minutos tras la descarga.</p> <p><b>Medios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Desconectados?</li> <li>- ¿Sin vertidos, incluida la bandeja antivertidos?</li> <li>- ¿Está desmontada la barandilla de seguridad?</li> <li>- ¿Están cerradas las válvulas, dispuesta la brida de obturación y cerradas las escotillas?</li> <li>- ¿Están cerradas las tapas de la bandeja antivertidos?</li> <li>- ¿El exceso de presión es sólo leve (máx. 0,1 bares)?</li> <li>- Lleva a cabo la despresurización en las instalaciones del cliente, si no es posible, informa al planificador.</li> </ul> <p><b>Documentación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Está firmada la documentación de transporte?</li> </ul>
33. Ambos abandonan el área de descarga.	
34. Mide el nivel del producto en el depósito de recepción. Cierra todos los circuitos de recepción.	



### 9.7 Operaciones no estándar (NSO)

Una entrega “estándar” de TDI y MDI en las instalaciones del cliente se caracteriza por lo siguiente:

- Transportista, fechas de carga y entrega, volumen de producto y lugar de carga según lo acordado.
- El equipo del transportista se ajusta a lo previsto (véase también la Sección 7.3 relativa a la regla del 80/20).
- Se presentan los documentos de transporte pertinentes y no se manipula ningún otro producto durante la carga, el tránsito o la descarga (no se produce el filtrado local especial o el trasvase de la carga a otro camión / equipo).
- La descarga se realiza íntegramente en un punto de descarga conocido del cliente sin que se produzca la devolución del producto.
- No se produce ninguna interrupción después de iniciar la descarga.

Cualquier operación que difiera de la definición de “estándar” descrita se considera “no estándar”. Los proveedores y los transportistas deben supervisar activamente estas Operaciones no estándar (NSO) y evaluar los riesgos operativos. Las NSO aumentan la probabilidad de que se produzcan errores e incidentes y podrían poner en situación de riesgo a los conductores, los operarios o al medio ambiente. Por consiguiente, se recomienda realizar un análisis estructural para eliminar toda NSO o gestionar el riesgo de modo que no supere los niveles aceptables.

Dada la naturaleza heterogénea de las NSO, resulta imposible elaborar una lista exhaustiva de las mismas. No obstante, se han identificado tres NSO frecuentes y una serie de mecanismos de control, que se enumeran a continuación. Los transportistas deben informar de las NSO y/o situaciones potencialmente peligrosas a la empresa proveedora perteneciente a ISOPA. Si el conductor no está seguro de que la operación de descarga pueda efectuarse de forma segura, debe suspenderla y ponerse en contacto con su departamento de planificación, que a su vez solicitará ayuda al proveedor.

#### 9.7.1 Descarga directa desde el medio de transporte a granel a IBC o bidones

Los posibles riesgos para la salud, la seguridad y el medio ambiente que conlleva la descarga directa desde los medios de transporte a granel a bidones o contenedores intermedios para productos a granel (IBC) sin servirse de una instalación fija son los siguientes:

- Fugas del producto a resultas de escapes, errores humanos, mal funcionamiento del equipo o carga excesiva.
- Exposición de personas y posibles lesiones graves.
- En el caso de productos inflamables, ha habido accidentes en los que el fuego o la explosión durante la operación ocasionó varias muertes y/o importantes daños materiales en las instalaciones del cliente o en el equipo logístico.

Por los motivos previamente expuestos, se recomienda no descargar directamente del medio de transporte a granel con una manguera a un bidón o IBC. Para efectuar la descarga a bidones o IBC en condiciones seguras, es preciso disponer de una instalación fija de llenado.

Por "fija" debe entenderse una instalación equipada con una conexión fija de descarga. El conductor y el operario del cliente pueden conectar la manguera directamente al distribuidor de la instalación de llenado para descargar el camión de manera ininterrumpida (básicamente, esta operación no se diferencia de la descarga a un depósito de almacenamiento). Como es obvio, el producto siempre debe manipularse con arreglo a los requisitos de la Ficha de datos de seguridad, relativos, por ejemplo, a la utilización del Equipo de Protección Personal pertinente.

Una instalación fija debe cumplir los siguientes requisitos:

<i>Requisitos de una instalación de llenado de bidones / IBC</i>		<i>MDI</i>	<i>TDI</i>
1	El proceso de llenado se realiza bajo supervisión y sin que se produzcan vertidos o un llenado excesivo. Se dispone de dispositivos de contención auxiliares	X	X
2	El conductor <b>no</b> participa en la operación de llenado del bidón o IBC	X	X
3	Los vapores generados durante el proceso de llenado de los bidones / IBC se eliminan con un sistema de absorción de humos		X

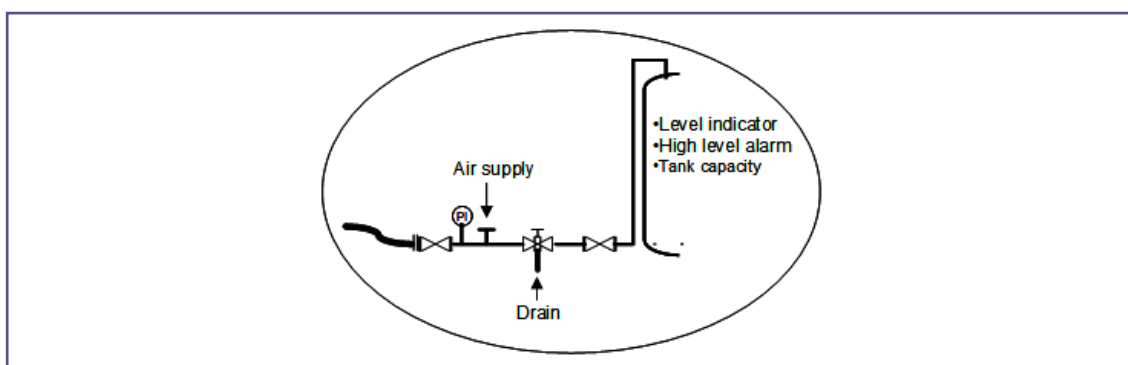
El conductor no es responsable de evaluar la instalación fija de llenado de bidones / IBC.

Si el conductor puede conectarse a una instalación fija en el recinto del cliente sin tener que realizar ninguna acción adicional a las consideradas normales en un proceso de descarga en un depósito de almacenamiento, sólo deberá mencionar la situación a su planificador para que éste a su vez informe al proveedor. Si se pretende realizar la descarga del contenido del camión directamente en el IBC, sin una instalación fija, deberá suspender la operación y ponerse en contacto con el departamento de planificación, que solicitará asistencia al proveedor.

### 9.7.2 Descarga a más de un depósito de almacenamiento o descarga parcial

Está permitido descargar en más de un depósito de almacenamiento siempre que la manguera de descarga se conecte a un único distribuidor con destino a varios depósitos de almacenamiento y no se desconecte en el curso de la descarga.

Cuando la descarga se realice en más de un depósito de almacenamiento y la manguera de descarga deba desconectarse en el curso de la descarga, la manguera o la instalación del cliente debe disponer de un dispositivo que permita vaciar de forma segura el contenido de la manguera después de la primera descarga. Para ello puede emplearse un adaptador equipado con una válvula de aire entre la manguera de descarga y la conexión de admisión del cliente, similar al de la siguiente ilustración. Nótese cómo el adaptador permite devolver el contenido de la manguera al depósito antes de su conexión al siguiente depósito de almacenamiento. Esta operación corresponde al cliente, y deben realizarla operarios cualificados con ayuda de un equipo técnico, de manera que el conductor no se exponga a riesgo alguno.



### 9.7.3 Capacidad insuficiente del depósito de almacenamiento

El conductor debe solicitar al cliente que confirme la existencia de suficiente altura libre de líquido en el depósito de almacenamiento receptor y sólo debe proceder a la descarga si su respuesta es afirmativa. Si por cualquier motivo la descarga no puede terminarse, el conductor del camión debe esperar a que haya suficiente espacio en el depósito receptor del cliente para reanudar la operación de descarga de manera segura. Si ello no es posible en un plazo razonable y el camión no puede descargarse por completo, hay que registrar este incidente en el campo de comentarios del documento de transporte e informar al proveedor. Es recomendable realizar la desconexión de la manguera como se indica en 9.7.2. El incidente debe ser registrado por todas las partes implicadas. Todo vehículo parcialmente cargado que se disponga a realizar el trayecto de vuelta a las instalaciones del proveedor debe cumplir la "regla del 80/20" (véase la Sección 7.3).

## 10. Operaciones de almacenamiento

Con estas Directrices no se pretende proporcionar asesoramiento técnico detallado sobre el diseño de instalaciones de almacenamiento de TDI / MDI. Las instalaciones de almacenamiento deben cumplir todos los requisitos normativos y para su diseño debe recurrirse al asesoramiento de expertos en ingeniería. A continuación se detallan los principales requisitos de tales instalaciones.

### 10.1 Dimensiones del depósito

Los depósitos de almacenamiento de TDI / MDI deben tener la capacidad suficiente para albergar una carga completa de un camión (25 MT). Si el volumen se distribuye en varios depósitos, se recomienda emplear un único distribuidor en la zona de descarga de los depósitos (véase también la Sección 9.7 relativa a las Operaciones no estándar).

### 10.2 Contención

Se precisa una estructura de contención para depósitos con una capacidad del 110 % del depósito más grande. El suelo y las paredes de esta estructura deben estar impermeabilizados y no deben presentar grietas. En condiciones normales, todas las válvulas de drenaje de la estructura de contención deben permanecer cerradas. Los depósitos de TDI / MDI no deben colocarse en estructuras de contención que ya contengan otros productos (como polioles).

### 10.3 Gas de entrada

Debido a la naturaleza higroscópica del TDI / MDI, es preferible que el gas de entrada sea seco, por ejemplo, aire o nitrógeno seco. Si se emplea aire como gas de entrada, su punto de rocío debe ser de  $-20$  °C.

### 10.4 Ventilación

Los conductos de ventilación del depósito de almacenamiento deben conducir a un lugar seguro fuera del edificio de almacenamiento, preferiblemente a través de una depuradora. Como agentes de depuración pueden emplearse poliglicoles (como el glicol de polipropileno), polioles, solución descontaminante, etc. Los conductos de ventilación de los depósitos que contengan varios productos deben mantenerse separados para evitar la contaminación cruzada.

### 10.5 Indicador de nivel y alarma

Es necesario instalar un indicador de nivel fiable. No se recomienda emplear indicadores de nivel laterales. Los indicadores de nivel más adecuados son los que se instalan en la parte superior (como los de radar, ultrasónicos, magnéticos, etc.). Si se emplea un indicador de nivel lateral, debe ser magnético o estar protegido contra impactos exteriores. No se debe utilizar indicadores de nivel consistentes en tubos de plástico. Asimismo, es muy recomendable emplear una alarma independiente de alto nivel que pueda detener automáticamente la bomba de descarga.

### 10.6 Protección contra presión/vacío

El depósito de almacenamiento debe estar provisto de un sistema adecuado de protección/control de vacío y presión que permita mantenerlo en todo momento dentro de los umbrales de presión considerados seguros. Es necesario instalar un indicador de presión visible.

### 10.7 Control de la temperatura

La temperatura de almacenamiento debe controlarse automáticamente, ya sea mediante la regulación de la temperatura del edificio de almacenamiento o mediante un sistema eléctrico de rastreo o de calefacción de petróleo. Si se emplea un fluido de calefacción, deben adoptarse las medidas oportunas para evitar que entre en contacto con el producto.

### 10.8 Circulación

Si el producto va a permanecer en el depósito durante un periodo prolongado, es aconsejable disponer de un sistema de recirculación del producto mediante una bomba. La circulación también resulta útil cuando el producto debe calentarse o refrigerarse.

# 11 Plan de ayuda mutua de ISOPA para proporcionar asistencia en las emergencias que ocurren en el transporte / descarga

Muchos países europeos disponen de Planes nacionales de respuesta ante las emergencias provocadas por mercancías peligrosas. Dichos planes tienen prioridad sobre cualquier recomendación que se proporcione en este capítulo. Asimismo, el CEFIC (International Chemical Environment = ICE) ha organizado un Sistema de respuesta ante las emergencias de alcance europeo que combina los planes nacionales y los planes de los grupos de productos especiales.

La información que se proporciona a continuación se refiere al Programa de respuesta ante las emergencias del ISOPA, que está integrado en el ICE.

## 11.1 Objetivo y alcance

El programa del ISOPA se ha diseñado específicamente para abordar los incidentes que afectan al transporte y descarga de TDI y MDI. Proporciona información sobre las características específicas de estas sustancias y ofrece asesoramiento de capacitación a las personas que las manipulan.

Su radio de acción abarca a todos los países europeos, dado que la capacidad individual de una compañía química para ofrecer asesoramiento técnico rápidamente en el lugar del accidente se puede ver seriamente restringida si ha de desplazarse una distancia considerable para llegar al lugar de los hechos.

Con el propósito de garantizar una asesoría cualificada lo más rápido posible en el lugar de la emergencia relacionada con el transporte o descarga de TDI / MDI, los miembros del ISOPA participan en un Plan de ayuda mutua para responder ante las emergencias.

## 11.2 Preparación y requisitos de asesoramiento en emergencias

Todas las compañías químicas implicadas en el transporte de TDI / MDI por Europa disponen de un sistema (atendido 24 horas al día) para recibir mensajes de emergencia durante el transporte y prestar asesoramiento técnico con objeto de minimizar cualquier riesgo que surja como consecuencia del incidente. Además, se mantienen siempre alerta para acudir al lugar del incidente y emprender las acciones oportunas para resolver el problema o prestar ayuda. En aquellos casos en los que las autoridades nacionales o locales de Protección Civil hayan controlado el incidente, el papel de los representantes de la empresa será:

- Brindar asesoramiento a las autoridades de Protección Civil basándose en el conocimiento técnico del producto y
- Cuando se acuerde con las autoridades de Protección Civil, y éstas así lo soliciten, organizar el suministro de vehículos de apoyo / bombas / mangueras / otros medios para el trasvase de la carga, su descontaminación, etc., y poner al servicio de las autoridades de Protección Civil sus conocimientos técnicos en la gestión o supervisión de las acciones para restablecer la seguridad en el lugar del accidente.

### 11.3 Responsabilidades contractuales

Las empresas miembros del ISOPA han firmado un convenio para proporcionar ayuda mutua en caso de incidentes durante el transporte y la descarga de TDI / MDI denominado "*The Convention for Providing Mutual Aid in the Case of Incidents during the Transport (and Unloading) of MDI and TDI*", integrant que recoge, entre otros, los siguiente principios:

- La empresa que ha suministrado el MDI / TDI (la Empresa solicitante) tiene la obligación general de responder ante la emergencia
- La Empresa solicitante puede pedir a una segunda empresa (la Empresa ayudante) que intervenga con objeto de proporcionar:
  - una respuesta más rápida, si la Empresa ayudante está más próxima al lugar del incidente
  - medios
  - personal cualificado
- La *Empresa solicitante* mantiene la responsabilidad de prestar a las autoridades asistencia en la emergencia, aun cuando se haya solicitado la intervención de la Empresa ayudante
- La *Empresa ayudante* actúa en nombre de la Empresa solicitante hasta que se personen en el lugar del incidente los representantes de ésta última
- Todas las *Empresas* que participan en este convenio proporcionarán los mismos servicios y asistencia que proporcionarían si el incidente hubiese afectado a su propio MDI / TDI

### 11.4 Comunicación técnica

Las empresas participantes han establecido comunicaciones técnicas periódicas, al menos anuales, a fin de:

- Preparar y mantener un Manual de respuesta ante las emergencias basado en los principios descritos en la Sección 10.3
- Garantizar que la capacitación y los medios de los centros participantes son los adecuados
- Acordar métodos comunes para abordar la gestión de las situaciones de emergencia durante el transporte

Para facilitar la implantación del Plan de ayuda mutua de ISOPA en Europa, a cada empresa miembro de esta organización se le ha asignado una zona geográfica o país y se ha designado un gestor de punto focal con la necesaria experiencia. Este punto focal también funciona como punto de contacto dentro de los planes nacionales e ICE (véanse las Directrices de ISOPA contenidas en el manual de respuesta ante emergencias en el transporte de TDI y MDI "Emergency Response Manual for Transport of TDI and MDI").

### 11.5 Utilización del Plan de ayuda mutua

Los aspectos básicos de este plan son los siguientes:

Si, durante el transporte\* de un cargamento de TDI o MDI desde la empresa A (fabricante / consignador) a un cliente, ocurre un incidente que la empresa A estima que podría causar daño a:

- les personnes
- les biens
- l'environnement

o que cet incident est tel que le transport ne peut pas se poursuivre sans risque, en tal caso la *Empresa A* puede solicitar a la *Empresa B* (otro fabricante de TDI / MDI) que proporcione asistencia para gestionar el incidente en su nombre.

Los conductores deben seguir el procedimiento normal en caso de cualquier incidente, esto es, ellos o sus superiores deben informar inmediatamente al servicio de emergencia de los pormenores del incidente, e informar al consignador urgentemente. Es decisión del consignador solicitar asistencia de otra empresa de acuerdo con este plan.

Según el plan de ISOPA, la empresa que proporciona asistencia puede enviar expertos y medios para hacer frente al incidente. Estos expertos están autorizados a proporcionar asesoramiento y apoyo a las autoridades de Protección Civil.

**\* en este contexto, transporte significa todas las actividades del vehículo, incluida la descarga en el lugar de destino.**



# APÉNDICE 1:

## Reacción de los diisocianatos con el agua

### Reacción del MDI con el agua

Cuando se añade MDI al agua, sus grupos  $R-N=C=O$  reaccionan rápidamente con los grupos  $O-H$  del agua y forman un ácido carbónico inestable ( $R-N-COOH$ ) que se disocia en gas de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y aminas ( $R-NH_2$ ).

La amina ( $R-NH_2$ ) reacciona rápidamente con el MDI restante ( $R'-NCO$ ) y produce poliurea inerte, sólida e insoluble ( $R-NH-CO-NH-R'$ ).

250,26 gramos de MDI monomérico consumen 18 gramos de agua y generan 25 litros de gas de  $CO_2$ .

### Reacción del TDI con el agua

Los diisocianatos de tolueno reaccionan con el agua y con la mayoría de los ácidos, y producen ácidos carbónicos inestables que a su vez se descarboxilan (lo que aumenta la presión en contenedores cerrados) y generan urea polimérica de comportamiento químico relativamente inerte.

Los diisocianatos de tolueno dimerizan lentamente a temperatura ambiente y más rápido a temperaturas elevadas.

174 gramos de TDI consumen 18 gramos de agua y generan 25 litros de gas de  $CO_2$ .

### Implicaciones prácticas de esta reacción para la cadena de suministro

- **Peligro de presencia de agua libre en un contenedor antes de la carga**

20 kg de agua en contacto con MDI o TDI generarían  $20/18 * 44 = 49$  kg  $CO_2$   
= 27,25 m<sup>3</sup> a 25 °C y 1 atmósfera de presión.

En un contenedor de 25 m<sup>3</sup> con 20 m<sup>3</sup> de TDI (80 %), esto supone un aumento de 5,45 bares.

- **Absorción del vertido antes de neutralizar el isocianato**

La hidrólisis de los isocianatos en una solución acuosa se produce a gran velocidad. La consiguiente reacción de la amina formada con el isocianato restante genera urea a mayor velocidad aún.

Cuando los isocianatos entran en contacto con el agua, no se dispersan rápidamente sino que forman glóbulos o masas sólidas que reaccionan superficialmente para formar una capa impermeable e inerte de poliurea que separa el isocianato líquido del agua.

Por consiguiente, los vertidos de grandes cantidades de isocianato en agua no reaccionan con rapidez.

La arena u otro material absorbente permiten dispersar el isocianato y aumentar considerablemente la zona de contacto cuando se mezclan con agua después de absorber el vertido. Esto resulta muy útil para eliminar el peligro rápidamente.

Una vez que el isocianato ha reaccionado con el agua, el producto de tal reacción no resulta peligroso.

- **Introducción del EPP contaminado en bidones y ventilación**

Debe tenerse en cuenta que la reacción también produce dióxido de carbono (gas) que aumenta la presión en entornos cerrados. Por este motivo, el EPP contaminado debe introducirse en bidones de residuos que NO deben cerrarse herméticamente.

- **Mantenimiento del contenedor seco y cerrado para evitar que entre humedad**

Cuando entra humedad en el contenedor se forma poliurea inerte que se adhiere a la pared del mismo. Esto dificulta la limpieza con cualquier medio no mecánico. La poliurea forma copos y granos que obturan el filtro (o las boquillas).

La utilización de filtros de gel de sílice entre el compresor y el contenedor resulta inútil porque el aire comprimido llegaría fácilmente a los 70 °C al cabo de unos 10 minutos. Este flujo de aire caliente sobre el filtro de gel de sílice regenera eficazmente éste último, absorbiendo toda la humedad previamente adsorbida en el filtro y restituyéndola al flujo de aire.

#### **LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD:**

La información recogida en estas Directrices y los documentos y recomendaciones se considera fidedigna. No obstante, las recomendaciones ofrecidas no constituyen garantía alguna, ya que las condiciones de uso se encuentran fuera del control de ISOPA y sus miembros. ISOPA y sus miembros se eximen de toda responsabilidad respecto a la utilización de esta información. Corresponde al usuario verificar la precisión de esta información, que podrá utilizar bajo su propia responsabilidad.

**ONE**  
**voice**

Marzo 2011

EUROPEAN DIISOCYANATE & POLYOL  
**Isopa**  
PRODUCERS ASSOCIATION

### Contacto

Avenue E. Van Nieuwenhuysse Laan 4  
B-1160 Bruselas  
Bélgica

Tel: +32 2 676 7475

Fax: +32 2 676 7479

[www.isopa.org](http://www.isopa.org)

