

Desde hace muchos años, el procesado de Sistemas de Poliuretano para elaborar una extensa gama de productos se ha convertido prácticamente en una rutina. La experiencia nos ha demostrado que, si se tienen en cuenta las siguientes medidas de seguridad, este proceso puede llevarse a cabo sin riesgos ni efectos adversos para el entorno, Aquellas lesiones o accidentes que aún ocurren, son casi siempre causados por ignorancia o despreocupación. Es por ello, importante que todas las personas empleadas en la planta estén bien informadas sobre las medidas de precaución, instruidas en el uso de equipos de seguridad y motivadas continuamente en el uso de las mismas. Asimismo, la información facilitada en las Hojas de Seguridad de los productos debe ser tenida en cuenta.

Los Sistemas de poliuretano se componen, normalmente, de dos componentes: componente Polioliol y componente Isocianato. En los Estados Unidos y en algunos otros países se designa el Isocianato como componente A y el Polioliol como componente B. En Europa, las designaciones A y B están invertidas. Al fin de evitar confusiones, hemos abandonado la nomenclatura A-B adoptando las de componente Polioliol y componente Isocianato.

Además de estos componentes, hay también aditivos como, p. Ej., Catalizadores, espumantes, ignífugantes, colorantes y cargas, que habitualmente están contenidos en los mismos componentes, aunque excepcionalmente se pueden suministrar por separado.

Ambos componentes y los aditivos son completamente diferentes en sus propiedades y, por ello, en su potencial de peligrosidad. Por este motivo son tratados por separado.

Los datos indicados en este folleto están basados en nuestros conocimientos y experiencias actuales

## **Manipulación del Componente POLIOLIOL**

La Manipulación del componente Polioliol implica relativamente poco riesgo. Las salpicaduras en la piel pueden lavarse fácilmente con agua caliente y jabón. Disolventes orgánicos, como la acetona, el cloruro de metileno u otros similares, no se deben emplear para limpieza porque puede dañar la piel.

Los componentes Polioliol contienen aminoras sustancias fuertemente básicas que irritan áreas sensibles de la piel, aún estando diluidas, y pueden, tras una exposición prolongada, causar inflamación de la córnea de los ojos. Algunas de estas aminoras son corrosivas. Aunque el Polioliol no contenga aditivos, también puede causar irritación si está en contacto con la piel durante mucho tiempo.

Para el mejor manejo del componente Polioliol se han de usar siempre gafas y guantes de protección. En caso de salpicaduras de Polioliol o componente Polioliol en los ojos, hay que lavar inmediatamente con abundante agua corriente. La irrigación debe mantenerse durante 10-15 minutos. A continuación, debe ser examinado por un médico.

Se recomienda una buena ventilación debido al olor de algunos de los catalizadores que pueden contener los componentes Polioliol. Este olor es molesto pero, a las concentraciones en que normalmente se encuentran, no es peligrosos para la salud. Cuando los bidones que contienen agentes espumantes volátiles se exponen al sol o en zonas calientes, pueden llegar a producirse una sobrepresión en su interior. Enfriando los mismos vuelve a descender esta presión. Si se producen escapes o

derrames de componente Polioliol se pueden recoger usando un material absorbente adecuado, o bien, con arena seca. El residuo recogido debe enviarse a un gestor de residuos autorizado.

¡Precaución! Las superficies mojadas de Polioliol Constituyen, al igual que los charcos de aceite, un peligro serio de resbalamiento. Pequeñas cantidades de Polioliol se pueden limpiar con detergentes comunes y agua caliente. Debido a que el componente Polioliol es solo biodegradable con dificultad, no está permitido en desagües, colectores, cloacas, ni en el suelo. Los puntos de inflamación de Polioliol se encuentran normalmente por encima de los 100°C. Esto significa que no se presentan un riesgo especial de inflamación. En algunos casos, los componentes Polioliol pueden contener hidrocarburos fácilmente inflamables, tales como pentano como agente espumante o como disolvente. En estos casos, se pueden alcanzar puntos de inflamación. Dependiendo de la viscosidad y solubilidad en agua, tales componentes pueden pertenecer a diferentes clasificaciones de peligro de inflamación. Esta clasificación se ha de tener en cuenta para el almacenamiento y manipulación (protección contra explosión). En caso de incendios implicando Polioliol, se pueden usar los medias de extinción habituales como agua pulverizada, espuma, dióxido de carbono o polvo químico. Algunos componentes Polioliol pueden contener disolventes, como el xileno, a fin de facilitar su procesabilidad. En lo que respecta a disolventes y agentes espumantes, debe tenerse en cuenta las medidas de seguridad y salud y observarse los niveles de exposición

en el puesto de trabajo.

### **Manipulación del componente ISOCIANATO**

El componente Isocianato consta básicamente de diisocianato altamente reactivo, o bien, preparados de diisocianato (pre polímeros). El TDI (toluen diisocianato) y el MDI (difenilmetano diisocianato) son considerados como sustancias peligrosas en la Unión Europea. La primera consideración de seguridad se refiere al riesgo más elevado, que es la inhalación de vapores de isocianato, aerosoles o niebla. Los Límites de exposición en el puesto de trabajo a nivel nacional deben tenerse en cuenta. La manipulación correcta y la reducción de la concentración del ambiente de trabajo por debajo de estos límites de exposición protegerá a los empleados de daños en la salud a causa del isocianato.

El componente Isocianato utilizado en la mayoría de los Sistemas de **ZADRO** es en base MDI. El MDI tiene baja volatilidad, de manera que hasta una temperatura de 20°C no se supera una concentración de 0,05 mg/m<sup>3</sup> en el puesto de trabajo. A temperaturas elevadas, en aplicaciones por Spray o durante el soplado de cabezales de mezcla, es necesario disponer de extracción de aire o de un protector respiratorio. En estos casos es posible la formación de MDI en aerosol.

### **Manipulación de TDI**

Para algunas aplicaciones especiales y en concreto para algunos Sistemas donde se utiliza prepolímero. La manipulación de componentes Isocianato que contienen TDI requiere el uso de medidas especiales de precaución. El TDI

puro tiene una presión de vapor a temperatura ambiente de  $3 \cdot 10^{-2}$  mbar. Esto significa que en caso de un derrame de TDI, la concentración de vapores de Isocianato en el ambiente puede alcanzar rápidamente concentraciones perjudiciales para la salud. Cuando se percibe el olor típico irritante del TDI, la concentración máxima permitida ha sido ya superada inmediatamente, se han de tomar contramedidas, por ejemplo, mejorar la ventilación o eliminar los posibles derrames. Todas las personas no implicadas en la toma de dichas medidas deben alejarse de la zona. El ascenso de la concentración de TDI en el aire puede reducirse significativamente si el derrame de TDI es cubierto con espuma de extinción, por ejemplo, de un equipo de extinción de fuego.

Al trabajar con TDI es imprescindible una extracción intensiva de aire. Se aconseja controlar continuamente la concentración de Isocianato en el aire del puesto de trabajo. Para este fin, son útiles unos registradores gráficos existentes en el mercado que avisan mediante alarma cuando se rebasan los valores límite.

### **Efecto sobre la salud causados por Isocianatos**

En principio, cualquier problema de salud debería ser examinado por un médico.

Los vapores de Isocianato irritan las mucosas nasales, de la garganta y del pulmón pueden conducir a sequedad de garganta y presión pectoral, a menudo acompañadas de dificultades respiratorias y dolor de cabeza. Los síntomas pueden aparecer con un retraso de varias horas después de la exposición y, bajo ciertas circunstancias, pueden ser confundidos con síntomas de

gripe. De aparecer una fuerte tos irritante y síntomas asmáticos, es necesario tratamiento médico inmediato. Las dificultades leves desaparecen, casi siempre, al respirar durante algún tiempo al aire fresco. La repetida exposición a concentraciones de TDI por encima de los límites, aun en casos aislados, se han observado reacciones alérgicas en la piel. Las personas propensas a enfermedades de las vías respiratorias o alérgicas a otros factores ambientales no deben realizar trabajos de espumación. Los trabajadores de nueva contratación deben realizar un examen médico preventivo (El Instituto Internacional de Isocianato recomienda un examen clínico que incluye un historial médico y tests de la función respiratoria.)

### **Medidas de protección**

Los Isocianatos altamente reactivos colorean ligeramente la piel al entrar en contacto con la misma. Este contacto debe ser evitado con todos los Isocianatos. Hay que llevar guantes y, sobre todo, gafas de seguridad cuando se trabaje con Isocianatos. Investigaciones han demostrado que guantes y otra ropa de protección fabricada de caucho de butilo ofrecen la mejor resistencia al TDI. El caucho de nitrilo también es eficaz. Para trabajar con MDI (que es mucho menos crítico que el TDI), además de los anteriores, el neopreno y el PVC dan también una buena protección. Los guantes se han de utilizar también en la manipulación de espumas recién fabricadas. Hasta algunas horas después de su fabricación, las espumas que han estado ya almacenadas algunos días contienen monómeros libres de Isocianato.

Por este motivo, y debido a que fuertes olores de compuestos pueden desaparecer por evaporación, se recomienda almacenar la espuma recién fabricada durante, al menos, 48 horas a 20°C en un área ventilada. Si hay contacto del Isocianato con la piel, hay que limpiar enseguida y después aclarar con abundante agua caliente y jabón. En ningún caso debe eliminar el Isocianato de la piel con disolventes, como la acetona. La ropa impregnada con Isocianato hay que cambiarla inmediatamente. Las salpicaduras en los ojos deben ser lavadas inmediatamente con abundante agua. Algunos expertos recomiendan lavar como mínima durante 15 minutos con agua. En todas las áreas de trabajo, incluidos los almacenes, donde se trasvase componente Isocianato se debería instalar:

Agua corriente, a ser posible caliente, con un grifo que pueda ser utilizado con el brazo o la mano. Jabón y toallas de papel o rollos de celulosa lavajos. Los Isocianatos reaccionan lentamente con agua liberando CO<sub>2</sub> y formando compuestos de poliuria insolubles. Por esta razón hay que evitar bajo cualquier circunstancia la entrada de agua y humedad atmosférica a los recipientes de Isocianato, manteniendo los bidones herméticamente cerrados. La formación de gases, resultante de la entrada de agua, puede conducir a la explosión de los envases.

Bidones de Isocianato con el fondo o la tapa hinchada indica presión interior causada por la reacción con la humedad. Se pueden despresurizar desenroscando lenta y cuidadosamente el tapón o taladrando un pequeño agujero (usar protección personal máxima y señalar con placa o protección).

### **Eliminación de Isocianatos**

La reacción de los Isocianatos con el agua puede aprovecharse para convertir los residuos de Isocianato en productos inofensivos

(principalmente poliureas aromáticas). Para ello, se puede usar una solución neutralizante compuesta de 99 partes de agua y 1 parte de tensoactivo (sirven los detergentes comunes).

Para eliminar pequeñas cantidades de Isocianato (menores de 2 Kg), se añade el Isocianato poco a poco (en finos chorros) sobre la solución neutralizante (nunca de orden inverso) y se agita al mismo tiempo enérgicamente. La cantidad a usar de producto neutralizante ha de ser, al menos, 54 veces la del Isocianato a destruir.

Otras soluciones neutralizantes o descontaminantes, que conducen a la rápida inertización del Isocianato, son las comprendidas por 90-95% de agua, 3-8% de solución concentrada de amoníaco o carbonato sódico y 0.2-0.5% de detergente, o bien, por 50% de alcohol (etanol o propanol), 45% de agua y 5% de solución concentrada de amoníaco. ¡precaución!: El amoníaco es irritante y contamina el agua; y la solución que contiene alcohol es inflamable. Si existen grandes cantidades de Isocianato para reaccionar debe tenerse en cuenta que si se utiliza una solución de amoníaco, la reacción podría controlarse debido a la subida de la temperatura.

Para información sobre la neutralización y reciclado de bidones vacíos, por favor consulten el folleto de ISOPA «Guidelines for the Responsible Management of Empty Diisocyanate Drums» el cual puede ser obtenido también a través de Elastogran en varios idiomas. El

Isocianato derramado, bien durante el transporte, almacenaje o procesado, debe ser neutralizado enseguida. Para reducir la emisión, el TDI debe ser inmediatamente cubierto con espuma de extinción. Si la cantidad de Líquido derramado es grande, si es posible, se ha de contener y bombear por los bomberos o servicios especiales de gestión de residuos. Para pequeñas cantidades, se puede cubrir con absorbente (o en caso de emergencia con tierra u otro material absorbente). En las áreas de producción hay que disponer de la adecuada cantidad de este tipo de productos absorbentes para su utilización en caso de necesidad. Los materiales de absorción ya empleados se deben guardar en bidones abiertos durante algunos días antes de ser enviados a un gestor de residuos autorizado (Los bidones no deben quedar totalmente sellados, si es preciso se perforará la tapa. Se deben etiquetar con el nombre Isocianato). Únicamente los ligantes secos aseguran una mejor absorción mecánica de los diisocianatos. Los últimos residuos podrían no estar completamente reaccionados y podrían provocar emisiones. El área afectada por el derrame de Isocianato se debe tratar, después de retirar el producto absorbente, con la solución neutralizante, repetidamente si es necesario, hasta que no queden trazas remanentes de Isocianato libre.

Absorbentes que hayan absorbido humedad, tras ser introducidos en los bidones, pueden provocar un incremento considerable de la temperatura debido a la reacción del Isocianato con el agua. Esto puede dar lugar a un desprendimiento de Isocianato en forma de vapor.

Los bidones que contienen mezcla

de Isocianato, absorbente y solución solo deben llenarse hasta el 60-70% de su capacidad, debido a que esta mezcla puede expandir. Estos bidones no deben cerrarse herméticamente. Si la mezcla es almacenada a más de 20°C y agitada ocasionalmente, la reacción de los Diisocianatos es completa en aproximadamente en 14 días.

En el caso de TDI, el personal responsable de la limpieza debe ser equipado, además de gafas y guantes, de un equipo respiratorio autónomo o máscara respiratoria de presión positiva de aire fresco. Una mascarilla filtrante de aire solo se puede utilizar para periodos cortos. A continuación de la operación de limpieza, todo el equipo contaminado se ha de limpiar, sin demora, usando la solución descontaminante. Esto es de aplicación especialmente a la ropa que ha estado en contacto con el Isocianato. Asimismo, todo el equipo que ha sido usado en el trabajo diario con Isocianato, tal como, embudos, agitadores, etc. No deben permanecer al aire libre, sino que se deben limpiar inmediatamente después de su uso, depositarse en un baño limpiador o verterse en un recipiente de desechos tapado.

En ningún caso, debe limpiarse el Isocianato derramado utilizando únicamente agua. Si este llegara a penetrar en los desagües, habría que añadir grandes cantidades de agua. Si en un accidente se derramase gran cantidad de Isocianato, deberá informarse rápidamente al suministrador (Elastogran o BASF). El lugar del accidente debe ser acordonado. Las áreas de almacenamiento de bidones y tanques deben ser diseñados con suficiente capacidad de contención para prevenir la extensión del

producto derramado. Los Isocianatos no se deben calentar excesivamente, ya que podrían descomponerse con formación de CO<sub>2</sub> y, en caso extremo, pueden llegar a reventar los bidones. Por ello, el Isocianato que se haya podido quedar cristalizado por el efecto del frío debe fundirse con mucho cuidado, siguiendo las indicaciones de la información técnica de cada sistema. La mayoría de Isocianatos empleados para la fabricación de poliuretanos tienen el punto de inflamación alto. En caso de fuego de Isocianatos debe ser apagada mediante CO<sub>2</sub>, espuma, polvo o agua ( en caso de espuma o agua, utilizar grandes cantidades). Todo el personal que participe en los trabajos de extinción debe llevar un equipo respiratorio autónomo de presión positiva. Los residuos resultantes de la extinción hay que tratarlos con un preparado neutralizante, como los descritos anteriormente.

### **Aditivos**

Los Sistemas de poliuretano tienen la ventaja de que, por lo general, todos los componentes están ya incorporados, y por lo tanto no son necesarias medidas especiales de precaución en el manejo de los diversos ingredientes de la fórmula. Sin embargo, puede darse el caso de que, para adaptarse a determinadas circunstancias del proceso del cliente, se suministren uno o más productos adicionales por separado. Por lo que hay que diferenciar entre:

### **Mezcla de catalizadores (Aditivos KX)**

Se trata principalmente de aminas terciarias, las cuales pueden producir

daños en contacto con los ojos o la piel. Aminas tóxicas y sensibilizantes son también utilizadas. Hay que llevar gafas y guantes de protección al manipular estos productos. En caso de salpicaduras a los ojos, hay que lavar inmediatamente con abundante agua y a continuación acudir al médico. Algunos de los catalizadores son fácilmente inflamables, por lo que han de estar almacenados en lugares separados de otros componentes. Asimismo, la información facilitada en las Hojas de Seguridad de los productos debe ser tenida en cuenta.

### **Agentes espumantes y disolventes**

La nueva generación de agentes espumantes físicos son hidrocarburos (tales como pentano y ciclopentano), los cuales no tienen efecto ODP (Ozone Depletion Potencial). Estos agentes espumantes tienen en común altos Límites de exposición, es decir, baja toxicidad.

Como consecuencia de su alta presión de vapor, estos Límites de exposición se pueden alcanzar rápidamente en circunstancias desfavorables. Por lo tanto, se requiere de un sistema de ventilación efectivo, preferentemente a nivel del suelo, puesto que sus vapores son más pesados que el aire.

Los agentes espumantes son también buenos disolventes y pueden penetrar fácilmente en la piel. Por ello, durante su manipulación hay que usar guantes y gafas de protección. Hay que tener en cuenta también que los componentes que contienen halógenos pueden formar gases

tóxicos y corrosivos en contacto con llamas, hilos eléctricos (calefactores eléctricos) y con motores de explosión (carretillas elevadoras).

En contraste con los HCFC, algunos de los nuevos agentes espumantes son inflamables (p.ej.: los HCFC's 141b y 142b). Las instrucciones de los proveedores han de seguirse estrictamente.

El producto más apropiado para la limpieza de los cabezales de mezcla de maquinas de baja presión es el agua debido a su incuestionable inocuidad y ecología. Para obtener resultados óptimos, el agua debe calentarse hasta 60-70°C y contener una pequeña cantidad de tensoactivo (detergentes comunes para el hogar). En caso de sistemas PUR sensibles al agua (coatings, piezas moldeadas vistas) se pueden utilizar disolventes de baja volatilidad, como Solvenon DMP (glicoéter, que posee un bajo potencial contaminante del agua). Para algunas aplicaciones se necesita aun el cloruro de metileno. Como consecuencia de su bajo valor

limite de exposición (en Alemania 100 ppm) y a su clasificación como potencial cancerígena, es necesario tomar precauciones especiales (ventilación, eliminación de residuos del disolvente.) Se recomienda por ello, evitar en lo posible el uso de cloruro de metileno.

### **Pastas Colorantes**

Las Pastas colorantes para poliuretano son pigmentos orgánicos. Son relativamente inocuas y no requieren de ninguna medida en especial de protección.

### **Desmoldantes**

Son disoluciones o dispersiones de ceras en agua o disolventes orgánicos de bajo punto de ebullición. Algunos desmoldantes, principalmente aplicables con brocha, son fácilmente inflamables. Por los menos durante la aplicación por spray del desmoldante se debe prever la adecuada extracción del aire.

Para evitar que se deposite

desmoldante en los conductos de extracción (riego de incendio), el aire aspirado deberá ser conducido a través de filtros de vellón, una cortina de agua o similares para eliminar las gotitas de desmoldante.

### **Almacenamiento**

Los componentes poliol e isocianato, así como la mayor parte de los aditivos, son líquidos con un potencial de contaminación del agua. Los respectivos peligros, o grados de contaminación del agua, se pueden encontrar en las hojas de seguridad de cada producto.

Las leyes de protección del agua de la mayor parte de países regulan la construcción de los servicios en los que se manipulan tales productos. Se debe evitar una alteración de la calidad del agua de superficie o subterránea.