

Disolventes

Índice

Introducción Pág. 2

Definición Pág. 3

Clasificación general Pág. 3

Clasificación química Pág. 3

Propiedades de los disolventes orgánicos Pág. 5

Usos de los disolventes Pág. 5

Exposición e intoxicación Pág. 6

Vías de entrada Pág. 7

Vías de eliminación Pág. 7

Patología Pág. 8

Prevención Pág. 10

Reciclaje Pág. 12

Bibliografía Pág. 13

Introducción

Los disolventes son compuestos químicos de distinto origen y naturaleza, caracterizados por unas determinadas propiedades físicas y químicas que los hacen aptos para su uso como tales.

Actualmente, el empleo de disolventes es masivo en todo tipo de industrias, lo que plantea problemas de contaminación del medio ambiente (retardan la división celular y el crecimiento del plancton, producen la muerte de gran cantidad de organismos) y repercusiones sobre la salud humana.

Los peligros que presenta el uso y manipulación de estos productos para la salud, han motivado la adopción de una serie de normas de seguridad (por ejemplo, los límites permisibles de concentración de productos químicos en el trabajo) para evitar enfermedades e intoxicaciones a los operarios que los utilizan.

Definición de disolvente

Sustancia que es capaz de destruir la agregación de las moléculas de un cuerpo soluble. Una acepción más amplia de la palabra es aquel componente que se halla en mayor proporción en una mezcla homogénea.

Clasificación general

Pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. Normalmente sólo se consideran como tales a los que en condiciones normales de presión y temperatura se presentan en estado líquido.

En los disolventes líquidos distinguimos:

Acuosos: usados para disolver sustancias polares. Sus propiedades físicas son las mismas del H₂O y las químicas dependen de las sustancias que contengan.

Orgánicos: sustancias químicas, o mezcla de las mismas, que son capaces de disolver sustancias no hidrosolubles y que por sus propiedades disolventes tienen múltiples aplicaciones en diversas tecnologías industriales-laborables. Los incluidos en este grupo son los considerados propiamente como disolventes.

Clasificación química de los disolventes industriales

- **Hidrocarburos**

- **Hidrocarburos simples:**

- ♦ Cadena abierta saturados: alifáticos, alcanos, parafinas.
- ♦ Cíclicos saturados: cicloalcanos, cicloparafinas.
- ♦ Cíclicos no saturados: aromáticos.

- **Derivados de los hidrocarburos:** sustituyen algún hidrógeno.

- ◊ Halogenados.
- ◊ Funcionales: alcoholes, polialcoholes, éteres, ésteres, aldehídos, cetonas y epoxi.
- ◊ Nitroderivados: aminoderivados, amidoderivados.
- ◊ **No hidrocarburos**

- Disulfuro de carbono.

La clasificación química de los disolventes es la manera más lógica de agruparlos, porque casi por definición todos son sustancias de la química del carbono o de la química orgánica.

A. Disolventes hidrocarbonados o hidrocarburos: aquéllos cuyo núcleo básico elemental es el carbono y el hidrógeno (CH₄), que pueden encadenarse entre sí de forma saturado o no, formando cadenas abiertas o cerradas con derivados, al sustituir algún hidrógeno por grupos funcionales o por átomos generalmente de halógenos (cloro, yodo, bromo o flúor).

A1. Los hidrocarburos simples son los que tienen cadenas más o menos largas de CH₄.

Estas cadenas pueden ser abiertas lineales, alifáticos o acíclicos, o cadenas cerradas, cíclicos o alicíclicos.

Los enlaces intercarbono pueden hallarse saturados (enlaces simples monovalentes) o pueden ser no saturados (enlaces múltiples intercarbonados bivalentes $\delta\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2\delta$ o trivalentes $\delta\text{C}=\text{C}\delta$).

Los alifáticos saturados los denominados alcanos o parafinas y los alifáticos no saturados alquenos u olefinas (dobles enlaces) y alquinos o acetilénicos (triples enlaces).

Los cíclicos saturados los identificamos como cicloparafinas, cicloalcanos o naftenos. Los cíclicos no saturados son los llamados aromáticos o cicloalquenos o cicloalefinas.

A2. Derivados de los hidrocarburos tenemos los siguientes:

- Halogenados. Cuando algún hidrógeno ha sido sustituido por halógenos, frecuentemente por cloro (cloroderivados).
- Funcionales. Cuando algún hidrógeno ha sido sustituido por grupos funcionales específicos. Los principales grupos funcionales son:
 - Alcoholes $R\text{OH}$
 - Polialcoholes o glicoles $(\text{OH})_n$
 - Éteres $R\text{O}R'$
 - Ésteres reacción de un ácido orgánico y un alcohol $R\text{COO}R'$
 - Aldehídos $(\text{C}=\text{O}) R$



- Cetonas $(\text{C}=\text{O}) R$



- Epoxi O



◊ Nitrogenados. Con átomos de hidrógeno.

◊ Aminoderivados

◊ Amidoderivados.

B. Disolventes no hidrocarbonados: aquéllos cuyo elemento básico no es el hidruro de carbono (CH_4). El único disolvente industrial que no es hidrocarbonado es el disulfuro de carbono (CS_2).

También cabe diferenciar dentro de los disolventes:

- Disolventes puros: con un solo compuesto químico puro.
- Disolventes simples: con un solo compuesto generalmente no puro por contener impurezas de otros.
- Disolventes compuestos o mezclas: contienen mezclados varios disolventes de forma intencionada para las diferentes aplicaciones.

Propiedades de los disolventes orgánicos

Los disolventes industriales presentan las siguientes características principales:

- ◊ Son compuestos líquidos y de peso molecular ligero.

- ◇ Son sustancias poco polares, y por tanto escasamente miscibles en agua, que manifiestan una gran lipofilia.
- ◇ Poseen gran volatilidad, por lo que presentan una alta presión de vapor, pudiendo pasar fácilmente a la atmósfera en forma de vapor durante su manejo y por ello susceptibles de ser inhalados fácilmente.
- ◇ Tienen unos puntos de ebullición relativamente bajos.
- ◇ En general son mezclas de varios compuestos químicos mayoritarios acompañados de trazos de otros.
- ◇ Su composición puede variar con el tiempo, dada su volatilidad y elevada presión de vapor y por el hecho de que se contaminan con el uso.
- ◇ Uso muy amplio y diverso.
- ◇ En general, producen importantes efectos tóxicos.
- ◇ Son sustancias combustibles cuyos vapores mezclados con el aire pueden dar lugar a mezclas inflamables y con riesgo de explosión.

Usos de los disolventes

Los disolventes orgánicos son utilizados en multitud de reacciones dentro de la industria, pero propiamente como disolventes se emplean fundamentalmente:

- ◇ Agentes de limpieza: al disolver las grasas, las arrastran y las eliminan por extracción y evaporación.
- ◇ Vehículos para la aplicación de otras sustancias: por su carácter líquido, son un excelente vehículo de las sustancias que queremos aplicar. Debido a su volatilidad, después de su aplicación, los disolventes se evaporan rápidamente, con lo que se logra el acelerado del secado.
- ◇ Agentes extractores: se consiguen arrastres extractores de sustancias mezcladas con otras no solubles. Tras su arrastre, la destilación permite, por evaporación del disolvente extractor, recuperar o separar las sustancias así extraídas por disolución.

Exposición e intoxicación

Un trabajador expuesto al contacto con disolvente, como consecuencia de esa exposición, puede desarrollar un daño en su organismo. Ese daño será proporcional a una serie de factores como son:

- ◇ Los propios de la naturaleza humana.
- ◇ Los característicos de los disolventes (su toxicidad).
- ◇ La velocidad de absorción por el organismo.

- ◇ La concentración en el ambiente.
- ◇ Tiempo de exposición.

Como los 3 primeros factores son constantes, el efecto producido por el disolvente en el trabajador va a depender de la concentración y el tiempo de exposición.

Para que un trabajador se vea afectado por un tóxico, en este caso un disolvente, no dependerá sólo de la dosis recibida, sino también de la forma y el tiempo que tarde en administrarse esa dosis. Hay 3 tipos de intoxicaciones según su velocidad de penetración en el organismo: aguda, subaguda y crónica.

- Intoxicación aguda: da lugar a una alteración grave con un corto período de exposición. Se caracteriza por un tiempo de exposición muy corto a una concentración generalmente elevada y por una rápida absorción por el organismo.
- Intoxicación subaguda. Se diferencia de la anterior básicamente por el efecto producido, que es menor.
- Intoxicación crónica. Se produce por exposición repetida a pequeñas dosis del tóxico. El principal mecanismo que origina el desarrollo del efecto es la acumulación del disolvente en ciertas partes del organismo. Esto sucede cuando la cantidad absorbida por el organismo es mayor que la que el mismo organismo es capaz de eliminar.

Vías de entrada

Las principales vías de entrada para la acción tóxica sistémica de los disolventes son la respiratoria y la dérmico-mucosa. La vía digestiva es la menos importante en la Patología del Trabajo de los disolventes. Habitualmente, las intoxicaciones por esta vía son accidentales (confusiones por contaminación de bebidas potables o intenciones criminales, homicidas y suicidas).

Vía respiratoria: es la más importante debido a la gran volatilidad que presentan los disolventes. En forma de gases y vapores penetran en nuestro organismo acompañando al flujo de aire inspirado, mezclándose con el aire que contienen los pulmones.

Al mezclarse tiene mucha más probabilidad de llegar a los alvéolos pulmonares (ricamente vascularizados), siendo ésta la zona más importante de entrada de tóxicos a la sangre.

Vía dérmico-mucosa: la segregación de las glándulas (sebáceas, sudoríparas y mamarias) forma una película superficial, que es una emulsión de lípidos y agua, lo que supone una estupenda protección frente a muchos tóxicos. En el caso de los disolventes, al presentar una gran lipofilia reaccionan en la fase lipídica de la emulsión y se disolverán. Que penetren o no en el interior dependerá del número de átomos de las cadenas. Los de cadena corta se evaporarán y los de cadena demasiado larga permanecerán en la zona lipídica porque su viscosidad no permitirá la penetración.

También hay que considerar que el contacto con los disolventes destruye las proteínas que forman la membrana celular y las fibras de queratina. Esta alteración modifica la capacidad de protección de la piel, que se verá afectada con sucesivas agresiones.

Vías de eliminación

La eliminación es trascendental para la defensa antitóxica. Las principales vías de eliminación de los disolventes son la respiratoria y la renal. La eliminación por otros exudados como sudor, lágrimas o leche materna, tiene menor importancia, aunque la última tiene interés desde el punto de vista de la lactancia.

Vía respiratoria: los disolventes, como sustancias volátiles, pueden eliminarse fácilmente por simples equilibrios tensionales, en la barrera alvéolo-capilar. Es una vía muy rápida de eliminación, casi inmediata, sólo condicionada por el gradiente de las concentraciones diferenciales entre las de la sangre y el aire inspirado. Tal como entran, sin sufrir transformación, los disolventes se eliminan por los pulmones. A veces, al eliminarse por esta vía, producen un efecto irritante de salida atacando a las mucosas respiratorias.

Vía renal: es la vía de eliminación por excelencia para todos los metabolitos hidrosolubles, pero también pueden eliminarse los propios disolventes. Este proceso es más lento, porque al ser compuestos liposolubles deben unirse a otros compuestos que actúan como transportadores y contribuyen a su

eliminación.

Patología

La volatilidad y lipofilia de los disolventes condicionan de forma notable sus efectos nocivos y su patología general.

A nivel local su acción es básicamente irritante:

En la piel, cuando el contacto es directo, bien por manipulación o a través de los tejidos que lo cubren, produce una disolución de la capa grasa. Esto determina dermatitis irritantes con eritema, deshidratación y descamación.

En las mucosas, principalmente las oculares y respiratorias, por contacto con los vapores, produce una acción irritante, aunque las conjuntivas oculares pueden verse afectadas por salpicaduras accidentales.

A nivel general las manifestaciones tóxicas de prácticamente todos los disolventes son los efectos sobre el sistema nervioso central. Estos efectos se explican por su lipofilia, que hace del sistema nervioso central (encéfalo, tronco del encéfalo y médula) el *órgano diana* por su alto contenido en lípidos.

Producen en los centros nerviosos un efecto bipolar de excitación–depresión muy similar a los agentes anestésicos. Sus efectos se exteriorizan con signos y síntomas de somnolencia y ebriedad.

Preocupan los cuadros de demencias en la tercera edad, cuando los trabajadores no están activos, originados por los efectos ultracrónicos.

Principales *órganos diana* afectados por los disolventes:

- Sistema nervioso central: disminución del nivel de conciencia, atención y memoria; menos capacidad de concentración; sensación de embotamiento y somnolencia; alteraciones del sueño, del sentido del equilibrio, del estado de ánimo y de la coordinación motora (dismetrias y temblores).
- Sistema nervioso periférico: trastornos de la sensibilidad en forma de parestesias y

disestesias; dolores musculares; dismetrías y alteraciones en los movimientos; molestias en la visión (visión borrosa, diplopias, pérdida de la agudeza visual).

- Sistema dérmico–mucoso: alteraciones de cualquier tipo de la piel, en especial su sequedad, sobre todo en las zonas descubiertas en contacto con los posibles disolventes; irritación conjuntival.
- Sistema hepato–renal: digestiones pesadas; flatulencias; intolerancia a ciertos alimentos; algias abdominales; cambios en el color de la orina y heces; ictericia.

Cada disolvente, por sus particularidades químicas, tiende a producir una patología específica sobre diferentes órganos–diana.

Irritantes dérmico–mucosos alifáticos, trementina, derivados halogenados

Narcótico–anestésico por toxicidad SNC alifáticos, aromáticos

Tóxicos sobre nervio óptico metanol, sulfuro de carbono

Nefrotóxicos glicoles

Cardiotóxicos halogenados, benceno, sulfuro de carbono

Sobre funciones reproductoras benceno, halogenados, tricloro, etileno,

tetracloroetileno, estireno, sulfuro de carbono

Cancerígenos benceno, tetracloruro de carbono, tricloroetileno

Una de las patologías que tiene trascendencia en la actualidad es la que altera la función reproductora. Aunque en el caso que nos ocupa no está suficientemente demostrada, obliga a tener prudencia para las mujeres gestantes trabajadoras expuestas a los disolventes.

La acción de los disolventes se explica en 3 formas:

- ◇ Sobre los gametos, en especial los masculinos (espermatogénesis).
- ◇ Sobre la anidación del huevo fecundado.
- ◇ Sobre el embrión y el feto en la organogénesis

(teratogenia) y en su crecimiento.

Estas acciones tóxicas llevan a unas manifestaciones comunes difíciles de diferenciar en su origen:

–Esterilidad –Partos prematuros

–Fertilidad disminuida –Recién nacido de bajo peso

–Abortos –Malformaciones congénitas

En la historia de la Patología del Trabajo, el capítulo de los disolventes ha tenido especial peso por el protagonismo de las graves intoxicaciones provocadas por el benceno, el tetracloruro de carbono y el disulfuro de carbono. Afortunadamente, en la actualidad se han sustituido por otros menos peligrosos con menor toxicidad.

Prevención

La prevención son todas las actividades encaminadas a la conservación de la salud de las personas y de la integridad de los bienes, en orden a evitar que se produzcan siniestros.

Las acciones de prevención las podemos aplicar sobre la figura 1:

- ◇ Foco contaminante
- ◇ Medio de propagación.
- ◇ Sobre el individuo.

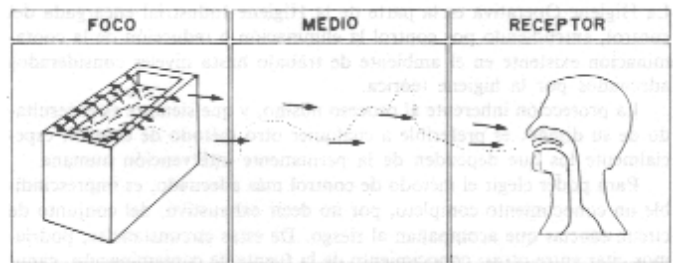


figura 1

- ◇ Foco contaminante.

Sería conveniente usar un disolvente acuoso, pero no todos los procesos lo permiten. Las modificaciones que sobre el disolvente pueden hacerse van encaminadas a la sustitución de un producto por otro de menor toxicidad.

Por ejemplo, sustituir el tricloroetileno por el 1,1,1 tricloroetano, disolvente menos tóxico, es un cambio eficaz.

◇ Medio de propagación.

Se realizan varias acciones:

- ◇ Ventilación general, proporcionada por extractores, con entradas de aire, colocados de una forma uniforme; su caudal de extracción debe ser el adecuado en función de la cantidad de contaminante generado. Puede tenerse una ventilación localizada en aquellos puntos con mayor concentración o toxicidad media, como el tricloroetileno o tolueno.
- ◇ Limpieza: los disolventes vertidos en el suelo o las máquinas, los trapos impregnados o los equipos que pierden disolventes originan zonas donde, en contacto con la atmósfera, se evaporan y se mezclan con el aire. La limpieza se realizará por procedimientos húmedos o de aspiración.
- ◇ Sistemas de alarma, muy útiles en las zonas próximas al foco emisor o donde, por diferencias de temperatura, pueden acumularse más vapores. Cuando se detecta una concentración elevada de contaminante se activa la alarma y, paralelamente, se ponen en funcionamiento ventiladores secundarios.
- ◇ Sobre el individuo puede actuarse:
- ◇ Con formación e información. Son las herramientas más eficaces para conseguir una mejora de las condiciones de trabajo. Es imprescindible que los trabajadores sean conscientes de los riesgos que entraña su labor diaria. Todos los productos deben estar correctamente etiquetados con los riesgos que generan y las medidas preventivas que se deben adoptar.
- ◇ Rotación del personal. Este método disminuye el tiempo de exposición al contaminante. Se suele utilizar cuando no es posible reducir la concentración del disolvente en el aire, para que la dosis recibida no propicie la aparición de efectos no deseados.
- ◇ Encerramiento. Se aplica cuando no se puede reducir la dosis y se ubica al trabajador en recintos auxiliares debidamente protegidos.
- ◇ Higiene personal. El trabajador debe disponer de servicios adecuados, con una correcta situación para tener fácil acceso a ellos. Esto evitará que el operario se limpie un resto de grasa con un disolvente, por no ir hasta el lavabo. También debe estar prohibido comer y beber en el área donde se manipulan los alimentos. No permitir fumar debido a la gran volatilidad de los disolventes.

◇ Equipos de protección individual. Se usará cuando los riesgos no se puedan evitar o limitar lo suficiente con otras medidas preventivas. Pueden ser:

- Protección cutánea: trajes, guantes, gorros y botas. Merecen especial atención los guantes, que deben ser impermeables y resistentes a los disolventes. Se dividen en 8 tipos diferentes, dependiendo del tipo de disolvente.
 - Resistentes a hidrocarburos alifáticos.
 - Resistentes a hidrocarburos aromáticos.
 - Resistentes a alcoholes.
 - Resistentes a éteres.
 - Resistentes a cetonas.
 - Resistentes a ácidos orgánicos.
 - Resistentes a hidrocarburos clorados.
 - Resistentes a ésteres.
- Protección respiratoria, que puede ser dependiente del medio ambiente o independiente del medio.

Los primeros utilizan el aire del ambiente de trabajo, reteniéndolo o transformándolo para que sea respirable. Constan de un adaptador facial y un filtro. Dentro de los adaptadores faciales, en el campo de los disolventes, el más adecuado es la máscara porque protegerá la zona ocular frente a posibles salpicaduras.

Los segundos son aquéllos que no utilizan el aire del medio laboral y son los equipos semiautónomos o autónomos.

Reciclaje

En la actualidad existen métodos de reciclado de disolventes que son capaces de recuperar aproximadamente el 90% del volumen original de los líquidos. De esta forma se reutilizan los disolventes y se produce una menor contaminación.

El funcionamiento de la máquina de reciclado es relativamente sencillo: se coloca el disolvente sucio en un tanque de teflón cubierto con tapa de acero inoxidable. Mediante un termostato se hace subir la temperatura del disolvente por encima del

punto de ebullición. El líquido se volatiliza y pasa a un condensador, que se enfría con aire, donde se concentra el disolvente y se vuelve a reutilizar.

1