



JOSÉ LUIS GARCÍA LÓPEZ

Ldo. Ciencias Químicas

Técnico de prevención, FREMAP, Mutua de Accidentes de Trabajo (Barcelona).

Riesgos de los productos químicos corrosivos

SUMARIO

En la actualidad existen más de cien mil productos químicos comercializados en todo el mundo. Estos ayudan de forma fundamental al desarrollo tecnológico y científico de nuestra civilización. La gran mayoría no supone peligro alguno para el hombre. Unos pocos, por el contrario, pueden presentar riesgos graves sobre la salud, la seguridad y el medio ambiente.

Este artículo tratará sobre un grupo de considerable importancia, en prácticamente, la totalidad de los sectores industriales: Son los productos químicos corrosivos.

Los destinatarios de este artículo son técnicos y personal especializado que, en su labor cotidiana, se ven obligados a manipular productos químicos corrosivos, con el fin de que conozcan, de una manera general, la forma de informarse sobre sus riesgos, cómo se manipulan y cómo actuar en caso de emergencia.

El término corrosión tiene varias acepciones. En su más amplio sentido, corrosión es un proceso químico que convierte a minerales y metales en materiales inservibles. El ejemplo más habitual lo encontramos en el hierro, que, en contacto con el oxígeno del aire o el agua, sufre un proceso degradativo, convirtiéndose en óxido de hierro (III), perdiendo así gran parte de sus cualidades de resistencia y tenacidad. Herramientas, componentes de automóviles, calentadores de agua, son artículos comúnmente utilizados que pueden verse sujetos a este fenómeno.

Sin embargo, el presente artículo hará referencia a la corrosión en términos de daño físico hacia los individuos. Así pues, hablaremos de pro-

Palabras clave: Productos químicos, manipulación, quemaduras químicas, corrosivos.

ductos químicos corrosivos como productos que, en contacto con los tejidos vivos, los alteran o los destruyen.

Los productos químicos corrosivos no determinan un grupo específico de productos que posean características químicas y físicas comunes.

Si tuviéramos que agruparlos según sus propiedades químicas, lo haríamos en cuatro grupos: ácidos, bases o álcalis, oxidantes y deshidratantes.

También podemos clasificarlos en tres grupos, atendiendo a sus efectos finales, producidos por su acción química sobre el tejido cutáneo, mucosas y ojos en animales sometidos a experimentación:

— *Muy corrosivos.* Provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en un período inferior a tres minutos (p. ej., oleum, ácido nítrico fumante, hidracina anhidra).

— *Corrosivos.* Provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en un período comprendido entre tres minutos, como mínimo, y sesenta, como máximo, (p. ej., ácido sulfúrico conc., ácido acrílico, hidróxido sódico, bromo).

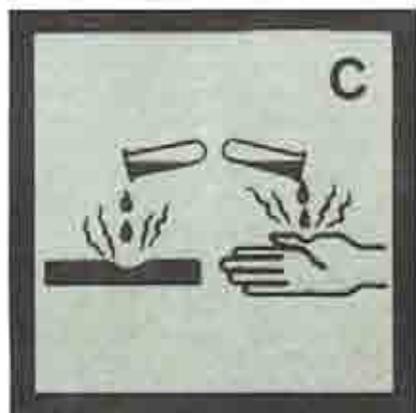
— *Productos que presentan un menor grado de corrosividad.* Provocan necrosis en un período comprendido entre sesenta minutos y cuatro horas (ácido acético, ácido fosfórico, etanolamina).

A continuación comentaremos brevemente la química de los productos corrosivos, haciendo especial mención a los ácidos y bases.

ÁCIDOS Y BASES

Los ácidos y las bases son productos químicos de enorme impor-

FIGURA 1. Pictograma correspondiente a los productos químicos corrosivos, según el Real Decreto 2216/1985.



tancia económica. El ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido clorhídrico, hidróxido sódico, amoníaco, son sustancias de amplio consumo en prácticamente todos los sectores industriales.

En concreto, el ácido sulfúrico es el ácido de mayor consumo. Se emplea en la fabricación de abonos, productos químicos, colorantes, drogas, plásticos, acumuladores, refinado del petróleo, decapado del acero, etc. Incluso, se ha llegado a afirmar que las toneladas de ácido sulfúrico fabricadas y consumidas en un país determina su grado de desarrollo tecnológico.

El hidróxido sódico, también denominado sosa cáustica, es el representante clásico de las bases. Se emplea en la fabricación de fibras artificiales, celofán, jabones, productos químicos diversos, refinado del petróleo, industria del papel, industria del caucho, industria textil, etc.

El agua es el vehículo habitual de actuación de los ácidos y las bases. La naturaleza de éstos, junto a su concentración, son parámetros fundamentales que nos determinan su «fuerza», indicativa de su mayor o menor carácter corrosivo.

El concepto utilizado para la determinación de esta fuerza respecto al agua es el pH.

Para poder comprenderlo con claridad necesitamos definir previamente lo que entendemos por ácido y por base. Esta definición no es sencilla, puesto que ha sufrido diversas modificaciones, a medida que se ha ido investigando, pudiéndose encontrar que aún se utiliza alguna de las ya superadas.

Un concepto muy extendido, de fácil comprensión, aunque no por ello el más avanzado, es el de Brønsted y Lorry, enunciado en 1923.

Consideran que un ácido es aquella sustancia capaz de liberar un ion hidrógeno (H^+), también conocido como protón, y base es aquella sustancia que lo acepta en su estructura química.

El ion hidrógeno no existe como tal, sino que se combina con el agua para formar una especie química más estable; el ion hidronio:

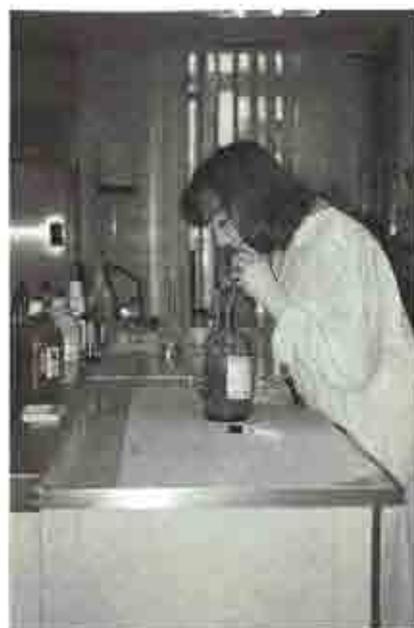


Por ejemplo, el ácido clorhídrico (HCl) se comporta como ácido, porque en agua libera el ion hidronio:



El amoníaco (NH_3), por su parte, actúa como una base, puesto que

FIGURA 2. Debe evitarse cualquier operación que provoque riesgos innecesarios. El uso de dispositivos de pipetear hace segura la operación.



acepta el ion hidronio según la reacción:



formándose el ion amonio (NH_4^+).

El agua posee un comportamiento característico que le permite actuar, a su vez, como ácido y como base, al ionizarse según la reacción:



Esta reacción es reversible, es decir, se puede dar en ambos sentidos. El sistema final siempre tiende a un equilibrio, de tal forma que si una de las dos especies H_3O^+ o OH^- (ion hidroxilo) aumenta, la otra debe disminuir, según la siguiente relación:

$$[H_3O^+] * [OH^-] = 10^{-14}$$

El producto de las concentraciones de los iones hidronio e hidroxilo es igual a una constante.

Cuando tenemos la misma concentración de iones H_3O^+ y OH^- , decimos que nos encontramos en una situación de neutralidad. En este caso,

$$[H_3O^+] = 10^{-7} \text{ y } [OH^-] = 10^{-7}$$

Cuando añadimos un ácido al agua aumenta la concentración de iones hidronio y, a su vez, disminuye la de hidroxilos, siendo el producto de am-

bos siempre constante. Cuando añadimos una base ocurre lo contrario.

Ya estamos en condiciones de entender el concepto de pH. Este se define como el logaritmo decimal negativo de la concentración de iones hidronio.

$$\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}_3\text{O}^+]$$

La escala está limitada entre los valores 0, como máximo de acidez, y 14, como máximo de basicidad. Desde 0 hasta 7 consideramos que la disolución es ácida. Disoluciones de ácido sulfúrico, nítrico, el sulfamán o el vinagre se encuentran dentro de este intervalo. Cuando el pH es 7 consideramos que la disolución es neutra.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$$

entonces,

$$\text{pH} = -\text{Log} [10^{-7}] = 7$$

El agua corriente suele estar alrededor del valor de pH neutro. De pH 7 a 14 las disoluciones son básicas. Disoluciones de bicarbonato de sodio, lejía, cal o sosa cáustica son ejemplos de ello.

Fuertes concentraciones de iones hidronio en agua, así como fuertes concentraciones de iones hidróxido, son responsables de la capacidad corrosiva de los ácidos y las bases. Cuando decimos que un ácido es fuerte, entendemos que libera todos, o prácticamente todos, sus iones hidronio en agua. Ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico son representantes de los ácidos fuertes. El mismo criterio es aplicado a las bases.

En el cuadro 1 se ordenan algunos ácidos comunes en función de su fuerza relativa respecto al agua.

CUADRO 1

Fuerza relativa de algunos ácidos en agua

Ácido perclórico	HClO_4
Ácido sulfúrico	H_2SO_4
Ácido clorhídrico	HCl
Ácido nítrico	HNO_3
Ácido fosfórico	H_3PO_4
Ácido nitroso	HNO_2
Ácido fluorhídrico	HF
Ácido acético	CH_3COOH
Ácido carbónico	H_2CO_3
Ácido cianhídrico	HCN
Ácido bórico	H_3BO_3

INCREMENTO DE LA FUERZA

Las sustancias deshidratantes poseen mucha afinidad por el agua. Atraen el agua de los tejidos vivos cuando entran en contacto con ellos, deshidratándolos y causando quemaduras importantes.

Existen, por el contrario, otros ácidos y bases que en disolución sólo liberan una fracción de iones hidronio. Son los ácidos y bases débiles, como el ácido bórico y el bicarbonato sódico.

En intervalos de pH entre 5 y 9 encontramos productos que podríamos considerar prácticamente neutros: el agua, la leche y algunas bebidas débilmente carbonícas. Estos productos no producen ningún efecto en contacto con la piel, ni causan alteraciones en los ojos.

Ampliando el intervalo, de pH 2 a 12, encontramos productos como el vinagre, zumo de limón, bebidas fuertemente carbonícas, disoluciones de bicarbonato sódico. Muchos de ellos, en contacto con la piel, durante cortos espacios de tiempo no producen efectos apreciables. En contacto con los ojos sí podrían darse irritaciones.

En los extremos de la escala de pH encontramos los ácidos o bases fuertes, aunque en concentraciones diluidas. A estos niveles de pH se producen fuertes irritaciones de la piel y ojos.

El sulfamán —un producto químico de uso doméstico— es ácido clorhídrico que puede llegar a concentraciones del 30 por 100. Al calcular su pH nos encontramos que sobrepasa la escala.

En la mayoría de las industrias se suelen manipular ácidos y bases fuertes en concentraciones elevadas. Es habitual encontrarse con hidróxido sódico al 50 por 100, ácido sulfúrico al 96 por 100, ácido nítrico al 70 por 100. Todos estos productos superan ampliamente la escala de pH por ambos extremos. Contactos con la piel producen la destrucción de ésta con relativa rapidez, dejando el camino libre para alcanzar el tejido óseo, si el corrosivo no se elimina con prontitud de la zona afectada.

OXIDANTES

Los halógenos, como el cloro, flúor, bromo, y diversos ácidos, como

FIGURA 3. Los productos químicos deberían almacenarse atendiendo a las posibles incompatibilidades entre ellos.



el ácido nítrico, ácido perclórico y ácido crómico, actúan como sustancias fuertemente oxidantes.

Los oxidantes son sustancias que participan en un tipo de reacción denominada oxidación-reducción (o redox).

El concepto de oxidación significó, en su origen, la reacción en que el oxígeno se combina químicamente con otras sustancias. Este concepto ya ha sido ampliado, incluyendo a cualquier reacción en la que se transfieran electrones entre distintas sustancias. Cuando una sustancia capta electrones de otra se dice que se ha reducido. Cuando una sustancia cede electrones a otra se dice que se ha oxidado. El proceso de oxidación y de reducción se realiza simultáneamente de tal forma que cuando uno se oxida, el otro se reduce.

El hecho de cuantificar lo oxidante que es una sustancia depende del tipo de sustancia a oxidar. Por ejemplo, el oxígeno del aire es muy oxidante o corrosivo respecto al hierro, que deberá protegerse mediante recubrimientos resistentes a la corrosión, pero no lo es con los tejidos y órganos vivos como ojos, piel y vías respiratorias. En cambio, las sustancias citadas anteriormente si reaccionan con los tejidos vivos, oxidando las macromoléculas constituyentes de las células y produciendo de esta forma lesiones de carácter corrosivo.

DESHIDRATANTES

Son sustancias que poseen mucha afinidad por el agua. Atraen el agua de los tejidos vivos cuando entran en contacto con ellos, deshidratándolos y causando quemaduras importantes. El ácido sulfúrico concentrado, el hidróxido de sodio, el óxido de calcio y el ácido acético glacial son típicos productos deshidratantes.

REACCIONES PELIGROSAS

Además de la peligrosidad propia de la sustancia química corrosiva, se pueden producir situaciones de extrema peligrosidad cuando ciertas sustancias corrosivas reaccionan con otras, dando lugar a reacciones violentas o a la liberación de productos de reacción muy tóxicos.

El desconocimiento de estas reacciones, que denominaremos incompatibles, ha dado lugar a graves accidentes.

A continuación citaremos algunos ejemplos. Conviene aclarar que mu-

FIGURA 4. Algunos productos corrosivos requieren sistemas altamente seguros de almacenaje, como este depósito de oleum.



chas de las reacciones que a continuación se detallan se ensayan exitosamente en numerosas industrias, donde se controlan estrictamente todos los parámetros de la reacción.

Comentaremos la química de tres ácidos: dos de ellos de uso generalizado, como son el ácido sulfúrico y el ácido nítrico, y un tercero, de uso más limitado, pero de peligrosidad extrema, como es el ácido perclórico.

El ácido sulfúrico concentrado puede reaccionar peligrosamente con gran número de sustancias. La más común de ellas es su disolución en agua, liberando una considerable cantidad de calor (alrededor de 20 Kcal/mol).

Si no se añade con cuidado al agua puede proyectarse con violencia, al hervir ésta localmente.

Agentes oxidantes a base de cloro

y oxígeno reaccionan con este ácido, formando compuestos inestables, que pueden explotar.

Por ejemplo, el clorato potásico ($KClO_3$) reacciona con el ácido sulfúrico formando dióxido de cloro (ClO_2), el cual es inestable cuando se expone al calor, pudiéndose descomponer violentamente en cloro y oxígeno.

También puede reaccionar con otras sustancias, generando productos tóxicos. Por ejemplo, cuando actúa como oxidante, en caliente, reduciéndose a dióxido de azufre (SO_2), gas tóxico.

En el Cuadro 2 se exponen algunas reacciones incompatibles del ácido sulfúrico concentrado.

El ácido nítrico concentrado (68-70 por 100) es un oxidante muy fuerte, sobre todo en caliente, libe-

CUADRO 2

Algunas incompatibilidades con ácido sulfúrico concentrado

REACTIVO	REACCIÓN QUÍMICA	RIESGO
Ácido perclórico conc. (HClO ₄)	$2 \text{HClO}_4 \xrightarrow{\text{Deshidr. con ac. sulfúrico}} \text{Cl}_2 \text{O}_7 + \text{H}_2 \text{O}$	Reacción explosiva.
Ácido fórmico (HCOOH)	$\text{HCOOH} \xrightarrow{\text{Deshidr. con ac. sulfúrico}} \text{CO} + \text{H}_2 \text{O}$	Liberación de monóxido de carbono, gas muy tóxico
Permanganato potásico (KMnO ₄)	$2 \text{KMnO}_4 + \text{H}_2 \text{SO}_4 \longrightarrow \text{K}_2 \text{SO}_4 + 2 \text{H MnO}_4$ $2 \text{HMnO}_4 \longrightarrow \text{Mn}_2 \text{O}_7 + \text{H}_2 \text{O}$ $2 \text{Mn}_2 \text{O}_7 \longrightarrow 4 \text{Mn O}_2 + 3 \text{O}_2$	Reacción explosiva
Bromuro sódico (NaBr)	$2 \text{Na Br} + 2 \text{H}_2 \text{SO}_4 \longrightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{Na}_2 \text{SO}_4 + 2 \text{H}_2 \text{O}$	Liberación SO ₂ y Br ₂ . Tóxicos
Cianuro sódico (NaCN)	$2 \text{NaCN} + 3 \text{H}_2 \text{SO}_4 + 2 \text{H}_2 \text{O} \longrightarrow (\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 + 2 \text{NaHSO}_4 + \text{CO}$	Liberación de monóxido de carbono
Tiocianato sódico (NaSCN)	$\text{NaSCN} + 2 \text{H}_2 \text{SO}_4 + \text{H}_2 \text{O} \longrightarrow \text{COS} + \text{NaHSO}_4 + \text{NH}_4 \text{HSO}_4$	Reacción explosiva. Formación de sulfuro de carbono muy tóxico e inflamable
Ioduro de hidrógeno (HI)	$8 \text{HI} + \text{H}_2 \text{SO}_4 \longrightarrow \text{H}_2 \text{S} + 4 \text{I}_2 + 4 \text{H}_2 \text{O}$	Se forma sulfuro de hidrógeno, gas muy tóxico.

rándose los óxidos de nitrógeno, los cuales son tóxicos.

El ácido nítrico fumante, con un poder oxidante excepcional, contiene una cantidad importante de dióxido de nitrógeno (NO₂) en el ácido puro.

Aunque no es inflamable, puede causar la inflamación de la madera o productos a base de celulosa, sobre todo cuando ésta se encuentra finamente dividida. Muchos materiales orgánicos pueden inflamarse espontá-

FIGURA 5. En el mercado existen materiales absorbentes que facilitan la contención y recogida de productos corrosivos derramados.



neamente y explotar cuando se mezclan con ácido nítrico concentrado en caliente. Ejemplo de ello es el alcohol etílico, nitrobenzeno, acetona, ácido acético, anilina, etc.

También oxida a las proteínas, componentes esenciales de nuestras células, convirtiéndolas en una sustancia amarillenta denominada ácido xantoproteico. Una salpicadura de ácido nítrico en la piel da lugar a una quemadura amarillenta, de aspecto desagradable y dolorosa, de difícil cicatrización.

El ácido perclórico (HClO₄) es el ácido simple más fuerte. Concentrado (comerc. al 72 por 100) y calentado hasta 92°C, a presión atmosférica, se descompone explosivamente, dando lugar a oxígeno, cloro y agua. Consecuentemente, este ácido no debería almacenarse cerca de fuentes de calor.

Es un oxidante fuerte, muy peligroso en contacto con materiales celulósicos, pudiendo provocar una explosión si el ácido está caliente o la celulosa está finamente dividida. Con compuestos orgánicos, como ácidos orgánicos, alcoholes o éteres, también se pueden producir descomposiciones explosivas.

Como ejemplo más representativo de las bases podemos hacer mención de los hidróxidos sódico y potásico.

Pueden reaccionar con metales como el aluminio, cinc o plomo, generando hidrógeno, gas altamente inflamable. También reaccionan violentamente con numerosos compuestos, como el ácido acético, acrilonitrilo, acroleína, anhídrido maleico, etc. Cabe mencionar sus reacciones con 1, 2 dicloroetileno, tricloroetileno y tetracloroetano, las cuales pueden ser explosivas. Con las nitroparafinas reacciona en presencia de agua, produciendo sales muy explosivas.

Por último, como representante de los gases corrosivos citaremos al cloro, gas fuertemente oxidante. Es una sustancia muy reactiva, dando lugar a reacciones fuertemente exotérmicas.

Sus mezclas con hidrógeno, amoníaco e hidrocarburos gaseosos pueden hacer explosión por acción de una chispa, de la luz y de algunos catalizadores.

La mayor parte de los metales finamente divididos, así como el fósforo y el arsénico, reaccionan de forma explosiva con el cloro líquido y se inflaman en el seno del cloro gaseoso a la temperatura ordinaria. Con la hidroxilamina e hidracina reacciona violentamente, con gran desprendimiento de energía.

FIGURA 6. Los accidentes más frecuentes con corrosivos provocan lesiones en manos, cara y vías respiratorias.



NECESIDAD DE INFORMACIÓN

Con productos químicos corrosivos, al igual que con otros productos peligrosos, se hace necesario recoger la información suficiente para que la operación se realice en correctas condiciones de seguridad.

La cantidad y especialización de la misma nos lleva a establecer tres niveles de información.

La primera información que recibe el manipulador respecto al producto a utilizar es la contenida en la etiqueta del envase original, donde, mediante unos símbolos y unas frases que apuntan los riesgos, podemos visualizar a grandes rasgos el peligro del producto. Es el primer nivel de información.

Cuando el producto químico es una sustancia, el etiquetado está sometido a una normativa clara y concreta, que viene regulada por el Real Decreto 2216/1985, el cual hace referencia a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Este Real Decreto está basado en las directrices que marca la Comunidad Económica Europea a través de sus Directivas 67/548/CEE y siguientes.

Se pueden llegar a producir situaciones de extrema peligrosidad cuando ciertas sustancias corrosivas reaccionan con otras, dando lugar a reacciones violentas o a la liberación de productos de reacción muy tóxicos.

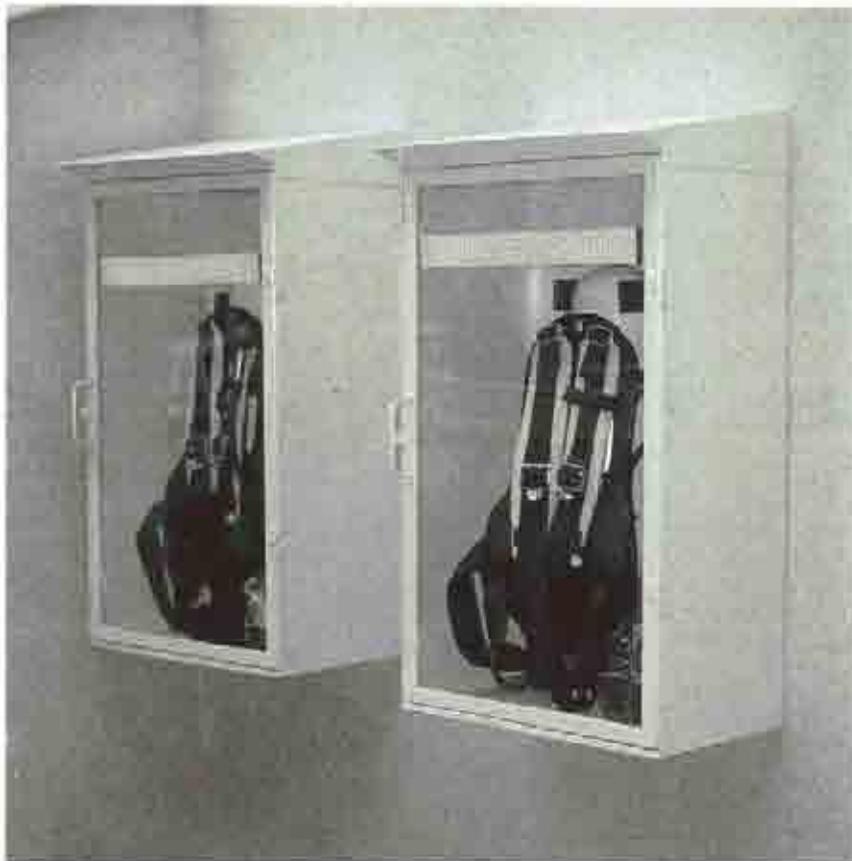
En esencia, el Real Decreto 2216/1985 obliga a los fabricantes o comercializadores de las sustancias peligrosas a suministrar al consumidor una serie de informaciones sobre los riesgos que la sustancia genera.

En la etiqueta debe constar un pictograma o símbolo de peligro, que en el caso de corrosivos queda representado por un ácido en acción sobre una mano y un metal.

A su vez, se deben adjuntar unas frases que expresan los riesgos que la sustancia plantea (frases R) y unas frases de consejos de seguridad (frases S). Estas frases, al igual que el pictograma, se encuentran estandarizadas en el Real Decreto 2216/1985 para cada una de las sustancias peligrosas registradas en él.

Así pues, en un envase de ácido fluorhídrico debemos constatar la presencia de los pictogramas correspondientes a corrosivo y muy tóxico, y las frases de riesgo R 26/27/28 (muy tóxico por inhalación, ingestión y en contacto con la piel), R 35 (provoca quemaduras graves) y de seguridad S 7/9 (manténgase el recipiente bien cerrado y en un lugar bien ventilado), S 26 (en caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundan-

FIGURA 7. El plan de autoprotección debería contemplar las posibles atmósferas peligrosas y los equipos de protección adecuados.



temente con agua y acudase a un médico), S 36/37 (usen indumentaria y guantes de protección adecuados) y S 45 (en caso de malestar, acuda inmediatamente al médico; si es posible, muéstrela la etiqueta).

El amoníaco, en solución concentrada, debe poseer en su envase el pictograma de corrosivo y las frases R 34 (provoca quemaduras), R 36/37/38 (irrita los ojos, la piel y las vías respiratorias) y S 7 (manténgase el recipiente bien cerrado).

Para preparados, la definición del riesgo aumenta en complejidad, debido a las innumerables combinaciones de sustancias que pueden constituirlos. No hay apenas legislación al respecto. Solamente existe normativa de clasificación, envasado y etiquetado de pinturas, barnices y disolventes. Nada respecto a preparados corrosivos.

En estos casos podemos encontrar en el mercado preparados similares con información sobre el riesgo diferente en la etiqueta o incluso sin información.

Afortunadamente, nuestro país debe adoptar próximamente una Directiva Comunitaria, la 88/379/CEE (de 27 de julio de 1988), en la que se

El ácido nítrico fumante tiene un poder oxidante excepcional, que, aunque no es inflamable, puede causar la inflamación de la madera o de productos a base de celulosa, sobre todo cuando está finamente dividida.

establecen las normas a seguir para la clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, absorbiendo a las normativas antes citadas sobre colas, barnices, tintas y disolventes.

Una vez adoptada esta Directiva, ningún preparado peligroso comercializado, de uso común, deberá etiquetarse sin hacer referencia a sus riesgos.

Es importante que todo trabajador o manipulador del producto sea conocedor de este primer nivel de información.

Evidentemente, el etiquetado nos ofrece una información clara pero insuficiente. Los técnicos y personal especializado necesitarán una información más amplia para llevar con seguridad el proceso en el cual se ve involucrado el producto químico.

Un segundo nivel de información, más amplio y detallado, nos lo suministran las hojas o fichas de seguridad del producto. Aunque actualmente no existe en España una reglamentación concreta que regule la existencia y contenido de estas hojas, los fabricantes, importadores y distribuidores de productos químicos comienzan a optar por este sistema, suministrando, junto al producto, su hoja de seguridad correspondiente.

Al igual que en el caso del etiquetado de los preparados, España debe adoptar una Directiva, la 91/155/CEE (5 de marzo 1991), que define las modalidades del sistema de información específica, relativo a los preparados peligrosos. Esta hoja deberá incluir obligatoriamente los siguientes datos:

- Identificación de la sustancia o preparado y de la sociedad o empresa.
- Composición/información sobre los componentes.
- Identificación de los peligros.
- Primeros auxilios.
- Medidas de lucha contra incendios.
- Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
- Manipulación y almacenamiento.
- Control de exposición/protección individual.
- Propiedades físicas y químicas.
- Estabilidad y reactividad.
- Informaciones ecológicas.
- Consideraciones relativas a la eliminación.
- Información relativa al transporte.
- Información sobre reglamentaciones.
- Otras informaciones.

Mediante la hoja de seguridad

podemos obtener un perfil bastante amplio del producto. Si precisamos una información más exhaustiva necesitaremos documentarnos en la bibliografía especializada. Nos encontramos en un tercer nivel de información. Handbooks, manuales químicos, publicaciones especializadas en seguridad industrial, legislación española y comunitaria, nos pueden ayudar a encontrarla. Los cursos, seminarios, congresos y jornadas técnicas sirven también para intercambiar y ampliar conocimientos.

MANIPULACIÓN

En este apartado se dictarán algunas normas de carácter general que deberían cumplirse a la hora de manipular un producto corrosivo:

Previamente a la operación a realizar, leer bien la etiqueta del envase, hoja de seguridad y cualquier norma establecida al efecto.

Si se deben efectuar trasvases, mantener la información sobre su peligrosidad, etiquetando correctamente el nuevo envase.

Los trasvases deberían realizarse

por medios automáticos. Si no es posible, utilizar embudos para disminuir el peligro de salpicadura.

No depositar corrosivos en envases donde existan restos de otros productos.

El hidróxido sódico sólido es muy higroscópico. En caso de derramarse, no recogerlo directamente con la mano. Su higroscopicidad permite convertirlo rápidamente en un producto altamente agresivo. Utilizar un recogedor resistente a su ataque. Limpiar posteriormente la zona con una solución diluida de ácido acético o con ácido bórico.

Nunca pipetear directamente con la boca. Utilizar dispositivos automáticos para ello. En el mercado existen muchos modelos a precios asequibles.

Si encontramos un producto corrosivo con características físicas diferentes de las habituales, tales como el color, olor, estado físico, no utilizar. Intentar averiguar qué le ha ocurrido y cómo eliminarlo.

No dejar caer con brusquedad las piezas metálicas en los baños ácidos o básicos. Depositarlas con suavidad.

No probar nunca los productos químicos con vista a su identificación.

En los tratamientos térmicos observar el estado del recipiente. Desecar todos aquellos que no estén en perfectas condiciones. Los recipientes más sensibles a la rotura son los de vidrio, en especial los tubos de ensayo.

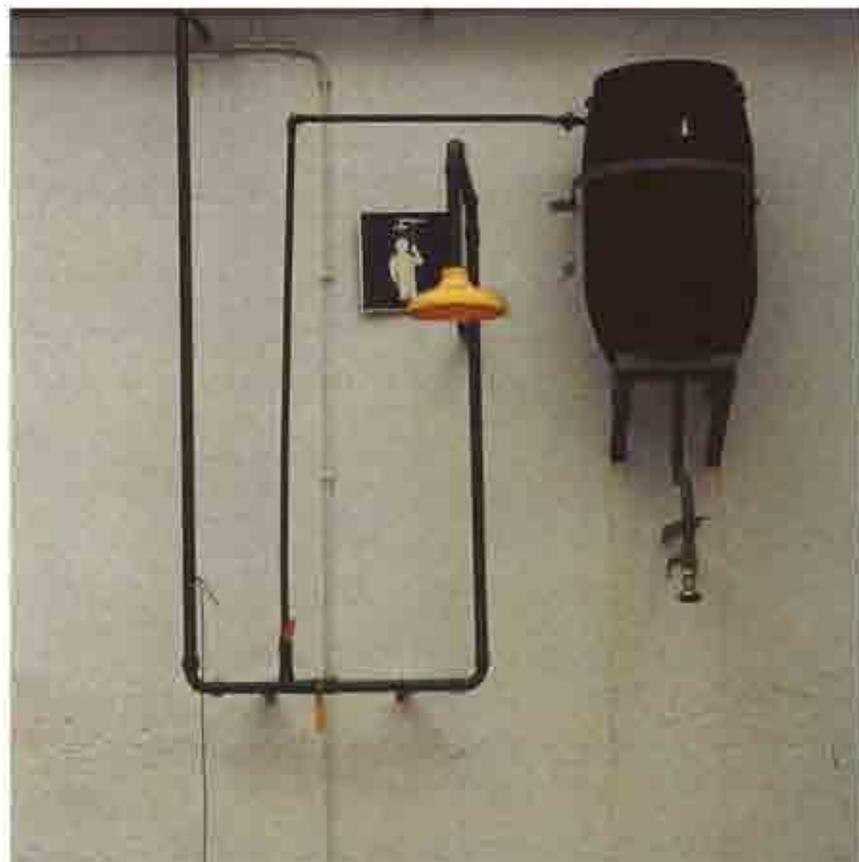
Si se realiza un calentamiento de un tubo de ensayo conteniendo un producto corrosivo, se ha de evitar dirigirlo hacia las personas presentes. Muchos de estos productos se proyectan fácilmente y con rapidez.

Al realizar las operaciones de dilución de un producto corrosivo no añadir agua al producto. Podría, sobre todo en el caso de los ácidos fuertes, liberarse un gran calor de dilución, proyectándose violentamente el ácido. Es mejor añadir el ácido al agua, lentamente y en pequeñas dosis.

Nunca dejar los envases abiertos. Algunos productos corrosivos pueden emitir vapores peligrosos, como es el caso del ácido clorhídrico o amoníaco concentrado. Manipularlos en lugares bien ventilados, preferentemente con ventilación localizada.

Transportar las botellas de vidrio de productos corrosivos mediante un cubo de goma o plástico, evitando de esta forma posibles roturas fortuitas.

FIGURA 8. Ingenioso sistema de ducha de emergencia contra quemaduras por ácidos. El depósito contiene una solución muy diluida de bicarbonato sódico.



RECIPIENTES DE GASES CORROSIVOS

El cloruro y bromuro de hidrógeno, cloro, flúor, fosgeno, son algunos de los gases corrosivos que se contienen en recipientes a presión.

La normativa de fabricación, mantenimiento y manipulación de estos recipientes viene regulada por el Reglamento de Aparatos a Presión, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC MIE-AP7.

La identificación de los gases se realiza mediante su nombre grabado sobre la ojiva de las botellas o cilindros, y unos colores específicos en su cuerpo, ojiva y franja.

Así, por ejemplo, los gases corrosivos se distinguen de otros gases por el color del cuerpo del cilindro, el cual es amarillo. Los distintos gases corrosivos se diferencian entre sí por el color de la franja y de la ojiva. El cloro, por ejemplo, posee un cuerpo amarillo y una ojiva y franja blancas. Para este gas, debido a su amplio consumo, existen instrucciones de uso en la ITC MIE-AP 7.

Algunas normas que deben observarse para el buen uso de estos gases son:

Las botellas deben permanecer siempre en posición vertical, sujetas a la pared con una cadena o sistema similar.

Para su transporte se utilizarán carretillas especiales de mano con sujeción de seguridad.

Deben evitarse golpes y caídas. Aparte de posibles lesiones corporales, se podría producir un escape de gas.

No elevar las botellas por el tapón o protector, si no han sido diseñados expresamente para ello por el suministrador.

Las válvulas de las botellas siempre permanecerán protegidas con su caperuzón protector cuando no se encuentre en servicio, incluso cuando la botella esté vacía.

No someter las botellas a temperaturas elevadas ni a humedad excesiva.

No forzar ni lubricar las válvulas. Si existe un defecto, consultar con el suministrador.

Utilizar siempre la herramienta adecuada para conectar las botellas a las líneas de alimentación.

Usar siempre las botellas con sus reguladores. No usar jamás el gas directamente del cilindro. No realizar adaptaciones o modificaciones a los reguladores adecuados.

Abrir lentamente las válvulas de las botellas.

No almacenar juntas las botellas llenas y las vacías.

No almacenar juntos los gases incompatibles.

Disponer de los equipos de protección personal adecuados al nivel de riesgo que estos gases generan.

En caso de incendio, retirar las botellas de la zona de fuego. Si no es posible, rociar las botellas con abundante agua desde un lugar resguardado. Existe el peligro de explosión por exceso de presión.

ALMACENAMIENTO

Hasta la fecha no disponemos de una normativa general sobre el almacenamiento de productos químicos corrosivos.

Si existe el Reglamento de almacenamiento de productos químicos, el cual consta de varias Instrucciones Técnicas Complementarias. De ellas, la ITC MIE APQ-003 hace referencia a las normas de almacenamiento de cloro; la ITC MIE APQ-004, al almacenamiento de amoníaco anhidro, y la reciente ITC MIE APQ-005, sobre almacenamiento de botellas, botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión (Orden de 21 de julio de 1992).



En España, el etiquetado de los productos químicos, viene regulado por el R. D. 2216/85, el cual hace referencia a la clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

Posiblemente, en un futuro próximo dispongamos de una ITC sobre almacenamiento de líquidos corrosivos. Mientras tanto conviene tener presente las siguientes recomendaciones:

Respetar los criterios de incompatibilidad a la hora de almacenarlos. Alejar ácidos de bases, oxidantes fuertes de productos químicos orgánicos y, en general, todos los corrosivos de los inflamables.

No almacenar los recipientes móviles en estanterías elevadas. En las operaciones de manutención pueden producirse caídas fortuitas.

Conviene disponer de cubetas de contención contra rotura y derrames de depósitos.

Comprobar que los recipientes que se utilicen para almacenar corrosivos sean de material resistente a ellos.

TRANSPORTE POR CARRETERA

El transporte por carretera es el medio más habitual de transportar productos químicos peligrosos. Queda regulado a nivel nacional por el Reglamento Nacional de Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera (TPC), y a nivel europeo, por el Acuerdo Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR). Los productos corrosivos se clasifican como Clase 8.

En estos Reglamentos se dictan las

normas sobre materiales, sistemas de cierre, estanqueidad, capacidades máximas, sujeción y etiquetado de los recipientes que contendrán corrosivos.

Para toda operación de transporte de productos corrosivos, estos Reglamentos exigen al fabricante o expendedor la confección de una Carta de porte, que acompañará al producto, donde se certifica que el producto a transportar cumple las normas en materia de estado, acondicionamiento, envase y etiquetado.

Igualmente debe suministrarse al transportista una hoja o ficha de seguridad, en previsión de cualquier accidente que pudiera ocurrir. Para este fin suelen utilizarse las fichas CEFIC europeas o las TREM-CARD norteamericanas.

DERRAMES Y RESIDUOS

La mayoría de las empresas no tienen establecida ninguna metodología clara de actuación en caso de derrame accidental de productos químicos peligrosos. Esto da lugar a tratamientos improvisados en el momento del conflicto, los cuales pueden agravar el problema.

Es importante tener una planificación sobre la posibilidad de que ocurra una situación grave de riesgo. A nuestro entender, sería aconsejable incluir un plan de actuación sobre el riesgo químico en el manual de autoprotección de la empresa. Por ejemplo, cómo actuar frente a la rotura de una botella llena de ácido sulfúrico concentrado.

Las hojas de seguridad podrían servirnos de guía. Una buena práctica sería agrupar dichas hojas en un archivador, que estaría a disposición del técnico de prevención o responsable de seguridad e higiene de la empresa, el cual debería elaborar un extracto del mismo, incluyendo algunas normas, concisas y claras, para el resto del personal.

Por regla general, los tratamientos que deben efectuarse para la inertización de los ácidos y bases corrosivos son los de neutralización. Está podría considerarse como aceptable si la disolución final oscila entre pH 3 y 10.

A continuación se desarrollan algunos métodos orientativos generales de inertización de derrames y residuos. Es importante recordar la recomendación de obtener la información adecuada para cada caso particular.

Para ácidos inorgánicos, como el ácido sulfúrico, nítrico, fosfórico,

fluorhídrico, iodhídrico, pentóxido de fósforo, etc., se debe cubrir la superficie contaminada con bicarbonato sódico o una mezcla de carbonato sódico e hidróxido cálcico a partes iguales. Mezclar y adicionar agua si fuese necesario para formar una suspensión. Eliminar por el desagüe con gran exceso de agua. Lavar la zona del derrame con disolución de carbonato sódico.

Si son residuos acumulados, añadirlos gradualmente, en pequeñas cantidades y con agitación, a un gran volumen de disolución de carbonato sódico o hidróxido cálcico. Una vez la disolución está neutralizada, eliminar por el desagüe con un gran exceso de agua.

En el caso de ácidos orgánicos, constituidos a base de carbono, hidrógeno y oxígeno, como el ácido acético o el fórmico, se puede seguir el mismo procedimiento, pero teniendo en cuenta la inflamabilidad de estos ácidos. Manipularlos lejos de fuentes de ignición.

Los residuos acumulados pueden mezclarse, o disolverse si son sólidos, con disolventes inflamables e incinerar adecuadamente.

Si el derrame es producido por bases cáusticas, como el hidróxido sódico y potásico, amoníaco en disolución u óxido cálcico (cal viva), se recogerá —si es sólido—, se diluirá en agua y se neutralizará con ácido clorhídrico al 15-20 por 100 en un cubo grande. Después se eliminan por el desagüe con gran exceso de agua. En caso de disolución, se actuará de la misma forma.

Actualmente se comercializan productos sólidos absorbentes, en forma de kits, para el tratamiento de derrames y residuos. Estos productos suelen contener un indicador que señala cuándo se ha producido la neutralización.

Empresas especializadas en recogida y tratamiento de productos químicos peligrosos también pueden ofrecernos una solución en la problemática de los residuos acumulados.

Cualquiera de estas soluciones son válidas antes de emprender acciones que alteren nuestro medio ambiente.

La caracterización de los residuos que salgan de la empresa que los produce hacia la empresa que los trata deberá realizarse según criterios de la normativa actual, contemplada, principalmente, en la Ley Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos de 1986 y sus desarrollos posteriores. Se ha de atender también a las normativas propias de cada Comunidad Autónoma en dicha materia.

PROTECCIÓN FRENTE A CORROSIVOS

Para cualquier operación manual, en la que participe un corrosivo, debemos ir protegidos debidamente. Los accidentes más frecuentes con productos corrosivos provocan lesiones, principalmente en manos, cara —incluyendo ojos— y vías respiratorias.

Los más habituales son los que afectan a las manos. Esto puede evitarse fácilmente mediante el uso de guantes, resistentes al agente químico con el que se trabaja.

En el Cuadro 3 se detallan una serie de materiales, usados para la fabricación de guantes, respecto a su resistencia a diversas sustancias corrosivas.

Las claves son:

E: Excelente.

B: Bueno.

R: Regular.

I: Inferior.

M: Malo.

NC: No comprobada.

Los ojos puede protegerse mediante gafas fabricadas con materiales plásticos, resistentes al ataque de productos químicos. Para proteger la cara utilizaremos una pantalla facial, cubriendo de esta forma los ojos. En el mercado existe abundante oferta sobre ellas.

Especial significación toma la protección de las vías respiratorias. El material de protección personal provoca en el usuario un cierto rechazo, incrementado cuando se trata de proteger la boca y nariz. La protección personal debe considerarse como un último recurso en seguridad. Se ha de intentar crear las condiciones que eviten al máximo el uso de este material, como la instalación de sistemas que impidan la emisión de contaminantes o la eliminación de ellos mediante una ventilación correcta.

Evidentemente, en muchas ocasiones no es posible llegar a unas condiciones óptimas de seguridad, y se hace necesario el uso de máscaras, mascarillas o equipos autónomos o semiautónomos de respiración. Pue-

CUADRO 3

Resistencia de guantes a diversas sustancias corrosivas

Sustancia	Caucho natural o látex		Buna-N (Nitrilo)	Butilo	Cloruro de Polivinilo (P.V.C.)	Alcohol de Polivinilo (P.V.A.)
	Neopreno					
Ácidos inorgánicos:						
Ácido Crómico	M	R	R	B	B	M
Ácido Clorhídrico (38%)	B	E	B	B	E	M
Ácido Clorhídrico (10%)	B	E	B	B	B	M
Ácido Fluorhídrico (48%)	B	E	B	B	B	M
Ácido Fosfórico	B	E	B	B	B	M
Ácido Nítrico (70%)	M	E	I	B	R	M
Ácido Nítrico (10%)	R	E	R	B	B	M
Ácido Nítrico fumante (humos rojos)	NC	I	I	NC	I	M
Ácido Nítrico fumante (humos amarillos)	NC	I	I	NC	I	M
Ácido Perclórico	R	E	B	B	I	M
Ácido Sulfúrico (95%)	E	E	R	B	R	M
Ácido Sulfúrico (10%)	B	E	E	B	B	M
Ácidos orgánicos						
Ácido Acético	E	E	B	B	B	M
Ácido Fórmico	E	E	R	B	E	I
Ácido Píctico	B	E	B	NC	R	R
Bases cáusticas						
Hidróxido Amoníaco	E	E	B	B	E	M
Hidróxido Potásico 50%	E	E	B	B	B	M
Hidróxido Sódico 50%	E	E	B	B	B	M

de ocurrir que la elección del filtro no sea la correcta, dando lugar a una peligrosa falsa seguridad. Hemos de ser cuidadosos en su elección.

Los filtros adecuados para la retención de vapores corrosivos deben ser filtros químicos específicos, certificados según normativa comunitaria sobre equipos de protección individual, que próximamente debe adoptar nuestro país.

Estos filtros están constituidos por carbón activo y una o varias sustancias neutralizantes, tales como carbonato potásico, carbonato sódico o hidróxido potásico para la retención de gases ácidos, y cloruro de cobalto, sulfato de cinc o ácido sulfúrico para gases básicos.

La vida de los filtros es muy limitada, pudiendo quedar inservibles al poco tiempo de utilizarlos si el foco de contaminación es importante. Se ha de saber valorar si las mascarillas o máscaras son protección suficiente o si son necesarios equipos más sofisticados, como los equipos autónomos o semiautónomos, que permiten permanecer más tiempo en la zona contaminada.

En la protección contra agresivos corrosivos también existen trajes integrales que cubren toda la superficie corporal. Estos trajes suelen estar fabricados a base de neopreno, fibras sintéticas o plásticos resistentes al ataque y penetración de estos productos.

Unos elementos importantes para la protección contra los productos químicos corrosivos son las duchas

y lavaojos de emergencia. Deberían ser instalados en todas aquellas empresas donde el uso de productos químicos, en especial de corrosivos, es frecuente. La inversión para su instalación es relativamente baja y los beneficios, en caso de emergencia, son enormes.

La ubicación de éstos debería ser en lugares fácilmente visibles y accesibles, siempre en el sentido de la evacuación y próximos a la zona de manipulación.

PRIMEROS AUXILIOS

Los accidentes provocados por corrosivos pueden clasificarse según la forma de interacción con el cuerpo. Así distinguiremos:

- Contactos con piel y ojos.
- Inhalación.
- Ingestión.

En todos los casos, la actuación del socorrista debe ser rápida y enérgica, al tiempo que se debe solicitar inmediatamente ayuda médica. A continuación se detallan algunas recomendaciones en el Cuadro 4.

Es aconsejable disponer de estas disoluciones en lugares cercanos a las zonas de riesgo. Lugar adecuado sería el botiquín o en las proximidades de la ducha y lavaojos de emergencia. Deberían adjuntarse sus instrucciones de uso a la etiqueta del envase o en una hoja adosada a la pared.

En el caso de ingestión de productos químicos corrosivos, el problema es más complicado. Es importante requerir el asesoramiento de personal sanitario. Si no se dispone de servicio médico en la empresa, conviene conocer el asesoramiento que presta el Servicio Nacional de Información Toxicológica. Mediante una llamada telefónica se puede obtener información precisa sobre el tratamiento de urgencia más adecuado. Su número de teléfono actual es el (91) 562 04 20.

No obstante, unas recomendaciones generales, en caso de ingestión de ácidos y álcalis corrosivos, son:

- No provocar el vómito.
- Si se han ingerido ácidos, no administrar carbonato ni bicarbonato sódico. En cambio, puede ser positivo administrar leche o claras de huevo batidas con agua.
- Si se han ingerido álcalis, administrar ácido acético al 1 por 100. También se puede administrar leche o claras de huevo batidas con agua.
- En el caso de inhalación se debe llevar al accidentado a un lugar bien ventilado, teniendo presente que el rescate puede generar peligro para el socorrista, si éste no va adecuadamente protegido.
- Desabrochar cuello, cinturón y prendas que le opriman. Tapanlo con una manta y no dejar que se enfríe.
- Recurrir a métodos de reanimación si el accidentado no respira. El oxígeno debe ser administrado solamente por personal entrenado.

CUADRO 4

Contacto con corrosivos

ÁCIDOS	PIEL	Lavado con abundante agua durante 15-20 minutos. Lavado con bicarbonato sódico al 10 por 100 o amoníaco al 1 por 100. Eliminar con agua.
	OJOS	Lavado con abundante agua durante 15-20 minutos. Lavado posterior con bicarbonato sódico al 1 por 100.
ÁLICALIS	PIEL	Lavado con abundante agua durante 15-20 minutos. Lavado posterior con ácido bórico al 10 por 100 o ácido acético al 1 por 100 o con vinagre. Eliminar con agua.
	OJOS	Lavado con abundante agua durante 15-20 minutos. Lavado posterior con ácido bórico al 1 por 100.
HALÓGENOS	PIEL	Añadir amoníaco al 10-20 por 100. Lavado durante 15-20 minutos.
	OJOS	Lavado durante 15-20 minutos.

BIBLIOGRAFÍA

- WEISS, G.: *Hazardous chemicals data book*. Noyes Data Corporation. Park Ridge, New Jersey U.S.A. (1986).
- GREEN, M.: *Safety in working with chemicals*. Macmillan Pub. Co., New York.
- MARQUES, F.: *Los guantes en la prevención de las dermatosis profesionales*. Nota Técnica de Prevención n.º 180. INSHT.
- ROMERO, M.; VICENTE, R., y AMIGO, L.: «Estrategia para la caracterización de residuos industriales». *Mapfre Seguridad*, núm. 37, pp. 3-12.
- TURUGUET, D., y GUARDINO, X.: «Procedimientos para la eliminación de residuos». *Documentos Técnicos 1983/20*. INSHT.
- Ed. Protección Civil y Ministerio de Transportes. *Instrucciones de intervención para el caso de accidentes de transporte de mercancías peligrosas por carretera*.