



Universidad Miguel Hernández
Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Trabajo Fin de Máster

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Estefanía Cava Abellán

Temistocles Quintanilla Icardo

Fecha de entrega: Septiembre 2016

Curso académico 2015/2016





INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS" y realizado por el estudiante D^a. Estefanía Cava Abellán

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 29 de agosto de 2016

Fdo.: D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO
Tutor TFM

Índice de contenido

1. RESUMEN.....	8
2. INTRODUCCION.....	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
4. OBJETIVOS.....	10
5. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS.....	10
5.1. INTRODUCCIÓN.....	10
5.2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN SEGÚN NORMA UNE-EN 689:1996 Y SU RELACIÓN CON LOS MODELOS CUALITATIVOS.....	11
5.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y BASE TEÓRICA.....	14
6. MODELO “COSHH ESSENTIALS”.....	15
6.1. INTRODUCCIÓN.....	15
6.2. ETAPAS Y VARIABLES.....	15
6.3. RIESGO POTENCIAL Y NIVEL DE CONTROL REQUERIDO.....	19
6.4. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN.....	21
7. MÉTODO BASADO EN EL INRS.....	22
7.1. DETERMINACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL.....	24
7.2. DETERMINACIÓN DE LA VOLATILIDAD O PULVERULENCIA.....	27
7.3. DETERMINACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO.....	30
7.4. DETERMINACIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA.....	30
7.5. CORRECCIÓN EN FUNCIÓN DEL VLA.....	31
7.6. CÁLCULO DE LA PUNTUACIÓN DEL RIESGO POR INHALACIÓN.....	32
8. CASO-ESTUDIO.....	33
8.1. PUESTO DE TRABAJO.....	33
8.2. APLICACIÓN MÉTODO COSHH.....	34
8.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO BASADO EN EL INSR.....	35
9. MEDIDAS PREVENTIVAS.....	38
9.1. PROTECCIÓN COLECTIVA: SISTEMAS DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA.....	38
9.2. PROTECCIÓN INDIVIDUAL: PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS.....	40
9.2. PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS.....	41
EQUIPOS DEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE.....	41
EQUIPOS INDEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE.....	43
10. CONCLUSIONES.....	44

10.1 COMPARACIÓN ENTRE MODELO COSHH ESSENTIALS Y MÉTODO BASADO EN INRS.....	44
10.2 VENTAJAS Y LIMITACIONES.....	44
10.3 CONCLUSIÓN FINAL	45
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
12. ANEXOS.....	48



Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Procedimiento general de evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos (Fuente: NTP 935).....	13
Ilustración 2: Variables que pueden considerar los modelos cualitativos de evaluación (Fuente: NTP 935).....	14
Ilustración 3: Etapas y variables del modelo COSHH Essentials (Fuente: NTP 936)	16
Ilustración 4: Niveles de volatilidad de los líquidos (Fuente: NTP 936)	18
Ilustración 5: Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación (Fuente: NTP 937)	23
Ilustración 6: Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales y los materiales y procesos (Fuente: NTP 937)	25
Ilustración 7: Establecimiento de las clases de volatilidad para líquidos (Fuente: NTP 937).....	28
Ilustración 8: Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase (Fuente: NTP 937).....	30
Ilustración 9: Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase (Fuente: NTP 937).....	31
Ilustración 10: Máscara (Fuente: NTP 517)	41
Ilustración 11: Mascarilla (Fuente: NTP 517).....	42
Ilustración 12: Boquilla (Fuente: NTP 517).....	42

Índice de tablas

Tabla 1: Clasificación de la peligrosidad del agente según frases R (Fuente: NTP 936).....	16
Tabla 2: Clasificación de la peligrosidad del agente según frases H (Fuente: NTP 936)	17
Tabla 3: Agentes químicos peligrosos en contacto con la piel (Fuente: NTP 936).....	17
Tabla 4: Tendencia de los sólidos a formar polvo (Fuente: NTP 936).....	18
Tabla 5: Cantidad de sustancia utilizada (en orden de magnitud) (Fuente: NTP 936).....	19
Tabla 6: Determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a agentes químicos (Fuente: NTP 936).....	19
Tabla 7: Riesgo leve cuando la cantidad de agente químico utilizada por operación es pequeña (gramos o mililitros) (Fuente: NTP 936).....	20
Tabla 8: Clases de cantidad en función de las cantidades por día (Fuente: NTP 937).....	26
Tabla 9: Clases de frecuencia de utilización (Fuente: NTP 937)	26
Tabla 10: Determinación de las clases de exposición potencial (Fuente: NTP 937).....	26
Tabla 11: Clases de riesgo potencial (Fuente: NTP 937)	27
Tabla 12: Puntuación para cada clase de riesgo potencial (Fuente: NTP 937)	27
Tabla 13: Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos (Fuente: NTP 937)	27
Tabla 14: Clase de volatilidad en función de la presión de vapor (Fuente: NTP 937).....	29
Tabla 15: Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia (Fuente: NTP 937)	29
Tabla 16: Factores de corrección en función del VLA (Fuente: NTP 937)	31
Tabla 17: Caracterización del riesgo por inhalación (Fuente: NTP 937)	32
Tabla 18: Identificación de los agentes químicos (Fuente: INSHT)	33

Tabla 19: Nivel de peligrosidad según Frases R (Fuente: Elaboración propia)	34
Tabla 20: Volatilidad de agentes químicos (Fuente: elaboración propia)	34
Tabla 21: Clase de riesgo potencial y puntuación (Fuente: Elaboración propia)	36
Tabla 22: Volatilidad, clase y puntuación (Fuente: Elaboración propia)	36
Tabla 23: Puntuación del riesgo por inhalación (Fuente: Elaboración propia)	37
Tabla 24: Elementos de un sistema de extracción localizada (Fuente: Elaboración propia).....	39



1. RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Máster (TFM) plantea como objetivo principal poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del Máster de Prevención de riesgos Laborales, en concreto, mediante la exposición y comparación de dos métodos de evaluación simplificada del riesgo químico por inhalación, COSHH Essentials y método basado en el INRS.

Para comenzar, describiremos las dos metodologías mencionadas, que nos permitirán conocer una estimación del peligro frente a la exposición a agentes químicos utilizando para cada uno de los métodos las variables que nos indican.

A continuación, realizaremos un caso práctico donde utilizaremos las variables establecidas para cada metodología con la finalidad de determinar el nivel del riesgo de manera cualitativa y así comparar ambos métodos. Tomamos como agentes químicos objeto de estudio el Amoníaco, el Ácido Acético y el Ácido Clorhídrico.

Para terminar, propondremos las medidas preventivas adecuadas frente a una exposición de estos agentes químicos y damos a conocer las ventajas y limitaciones, así como las conclusiones de cada uno de los métodos protagonistas del proyecto.

2. INTRODUCCION

Miguel Hernández

El trabajo tiene como objeto comprender la importancia del estudio de las Evaluaciones de Riesgo de la exposición a agentes químicos dados en el ámbito laboral.

Un agente químico es todo elemento o compuesto químico, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

Exposición a un agente químico: Cuando este término se emplea sin calificativos hace siempre referencia a la vía respiratoria, es decir, a la exposición por inhalación. Se define como la presencia de un agente químico en el aire de la zona de respiración del trabajador.

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Se debe entender que existe exposición a un agente químico cuando dicho agente esté presente en el lugar de trabajo y se produzca un contacto del mismo con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica, pero también posible por vía digestiva o parenteral.

Aunque, de acuerdo con esta definición, cualquier valor, por pequeño que sea, de la concentración ambiental o de la cantidad del agente químico presente en el lugar de trabajo que entra en contacto con el trabajador, implica la exposición de este, la posibilidad de que se produzcan daños viene condicionada directamente por la naturaleza del agente químico. Por ello la evaluación de riesgos determinará en cada caso concreto la mayor o menor relevancia de dicha exposición sobre el nivel del riesgo.

3. JUSTIFICACIÓN

Evaluar la exposición laboral a un agente químico es fundamental para determinar la importancia y necesidad de proponer medidas de eliminación, reducción y control del riesgo y protección del trabajador.

El Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. En su artículo 3 del Real Decreto, punto 5 indica que para la evaluación de riesgos, el empresario deberá incluir la medición de las concentraciones en el aire, salvo que se pueda demostrar por otros medios que se ha logrado una adecuada prevención y protección.

Por ello, a través de este trabajo, se presentará las diferentes metodologías existentes para llevar a cabo una evaluación de riesgos por exposición a agentes químicos.

El interés de la elección del tema escogido es desarrollar las competencias específicas de las asignaturas que componen el Máster de Prevención de Riesgos Laborales, tales como:

- Conocer en profundidad las técnicas de Higiene industrial relacionadas con el análisis, la identificación y el control de riesgos específicos, en este caso los riesgos químicos e,
- Identificar los peligros asociados a las condiciones de seguridad en el trabajo

4. OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo es evaluar el riesgo por exposición a agentes químicos y determinar las principales ventajas e inconvenientes. Para ello se abordarán durante el mismo varios objetivos específicos, como son:

- Determinar el riesgo de exposición mediante dos metodologías de evaluación simplificada.
- Aplicar los métodos de evaluación para agentes químicos presentes en un laboratorio.
- Adoptar medidas preventivas adecuadas frente a riesgos de exposición.

5. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

5.1. INTRODUCCIÓN

Tal y como establece el Real Decreto 374/2001 sobre la prevención de los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos en el trabajo, la evaluación de la exposición debe hacerse, con carácter general, por medición de las concentraciones ambientales de dichos agentes químicos en el puesto de trabajo. Ello implica un proceso de cierta complejidad técnica que incluye:

- La estrategia de muestreo: número de muestras, tiempo de duración de cada una de ellas, ubicación, momento del muestreo, número de trabajadores a muestrear, número de jornadas y periodicidad del muestreo.
- La toma de muestras: elección de la instrumentación y parámetros de muestreo adecuados.
- El análisis químico de las muestras
- El tratamiento de los datos y comparación con los criterios de valoración.
- Las conclusiones sobre el riesgo por exposición al agente químico.

El Reglamento de los Servicios de Prevención remite a la utilización de criterios de carácter técnico para la evaluación de riesgos, tales como normas UNE u otros de reconocido

prestigio. Para la evaluación de la exposición laboral a agentes químicos es de referencia la normativa UNE-EN 689:1996, que expone un sistema general de evaluación, y en sus anexos, varios procedimientos acerca de la estrategia de muestreo.

5.2. EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN SEGÚN NORMA UNE-EN 689:1996 Y SU RELACIÓN CON LOS MODELOS CUALITATIVOS

En la Nota Técnica de Prevención (NTP en adelante) número 406 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) se describe con detalle el contenido de la norma UNE-EN 689:1996, que comprende la identificación de los agentes químicos, los factores determinantes de la exposición (tareas, ciclos, tipo de operación, localización de las fuentes de emisión, presencia de medidas de prevención) y las interacciones entre ambos. La evaluación puede abordarse a 3 niveles de profundidad:

- Estimación inicial
- Estudio básico
- Estudio detallado

Solamente el *estudio detallado* es el que implica una evaluación cuantitativa de la exposición con mediciones personales estadísticamente representativas. La norma UNE-EN 689:1996 indica, en sus anexos, distintos procedimientos para llevar a cabo estas mediciones y su tratamiento estadístico con el objetivo de obtener la probabilidad de que se supere el valor límite para un agente en cuestión.

El *estudio básico* puede incluir mediciones de la concentración pero normalmente éstas no poseen representatividad estadística. Se restringe a la obtención de datos cuantitativos en la situación más desfavorable, mediciones dentro de la jornada sin que se asegure su representatividad, extrapolaciones en el tiempo a partir de mediciones anteriores y, especialmente, mediciones sobre los parámetros de funcionamiento de los sistemas de control de la exposición, etc.

La *estimación inicial* consiste en recopilar la máxima información cualitativa acerca de las variables condicionantes de la exposición (peligrosidad intrínseca y condiciones de trabajo). En algunos casos (normalmente los extremos, de muy elevado o muy bajo riesgo), el técnico higienista podrá determinar con esta información que el riesgo es aceptable o bien que no lo

es y en consecuencia deben implantarse medidas preventivas sin necesidad de evaluar de forma más detallada.

Este juicio del higienista puede realizarse de forma menos subjetiva y más sistemática mediante la aplicación de modelos cualitativos o simplificados de evaluación, facilitando la toma de decisiones respecto a las medidas preventivas. Si bien es razonable iniciar el proceso de evaluación con un análisis cuantitativo, en muchas ocasiones no es posible alcanzar conclusiones sobre el riesgo y es necesario realizar un estudio detallado. La capacidad o no de alcanzar conclusiones a través de una valoración cualitativa en función de:

- El nivel de información disponible sobre la exposición: cuanto mayor es éste, menor es la incertidumbre asociada al juicio cualitativo sobre la exposición. Podría incluirse también aquí la capacidad o experiencia del técnico que realiza la evaluación.
- La cercanía al valor límite: en igualdad de condiciones, se alcanzará antes la concentración correspondiente a valores límite bajos, por lo que, también en igualdad de condiciones, presenta mayor incertidumbre la evaluación cualitativa de las sustancias con valor límite muy bajo.
 - El nivel de dicho límite: en igualdad de condiciones, se alcanzará antes la concentración correspondiente a valores límite bajos, por lo que, también en igualdad de condiciones, presenta mayor incertidumbre la evaluación cualitativa de las sustancias con valor límite muy bajo.
 - Las cantidades presentes o manipuladas
 - Las medidas preventivas implementadas, siendo estas dos últimas características las que determinan la mayor o menor presencia del agente en el medio ambiente laboral.

En la Ilustración 1 se muestra la evaluación al riesgo por exposición inhalatoria a agentes químicos. Las líneas punteadas que parten de la respuestas negativas a la aceptabilidad del riesgo, indican un camino directo hacia la adopción de medidas, evitando recoger más información (por ejemplo, mediciones ambientales). Aunque en algunos casos sea adecuado valorar sin mediciones ambientales, es necesario destacar el interés preventivo que siempre tiene disponer de ellas. Constituyen una valiosa información dentro de la empresa para la mejora continua de las condiciones de trabajo, y fuera de ella para otros objetivos, como el establecimiento de relaciones causa-efecto y dosis-efecto en los estudios

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

epidemiológicos para determinar la etiología de las enfermedades profesionales, para fijar nuevos valores límite de exposición.

La nomenclatura adoptada en este diagrama es la de la norma UNE-EN 689:1996, para las etapas 1 (estimación de la exposición), 2 (estudio básico) y 3 (evaluación detallada).

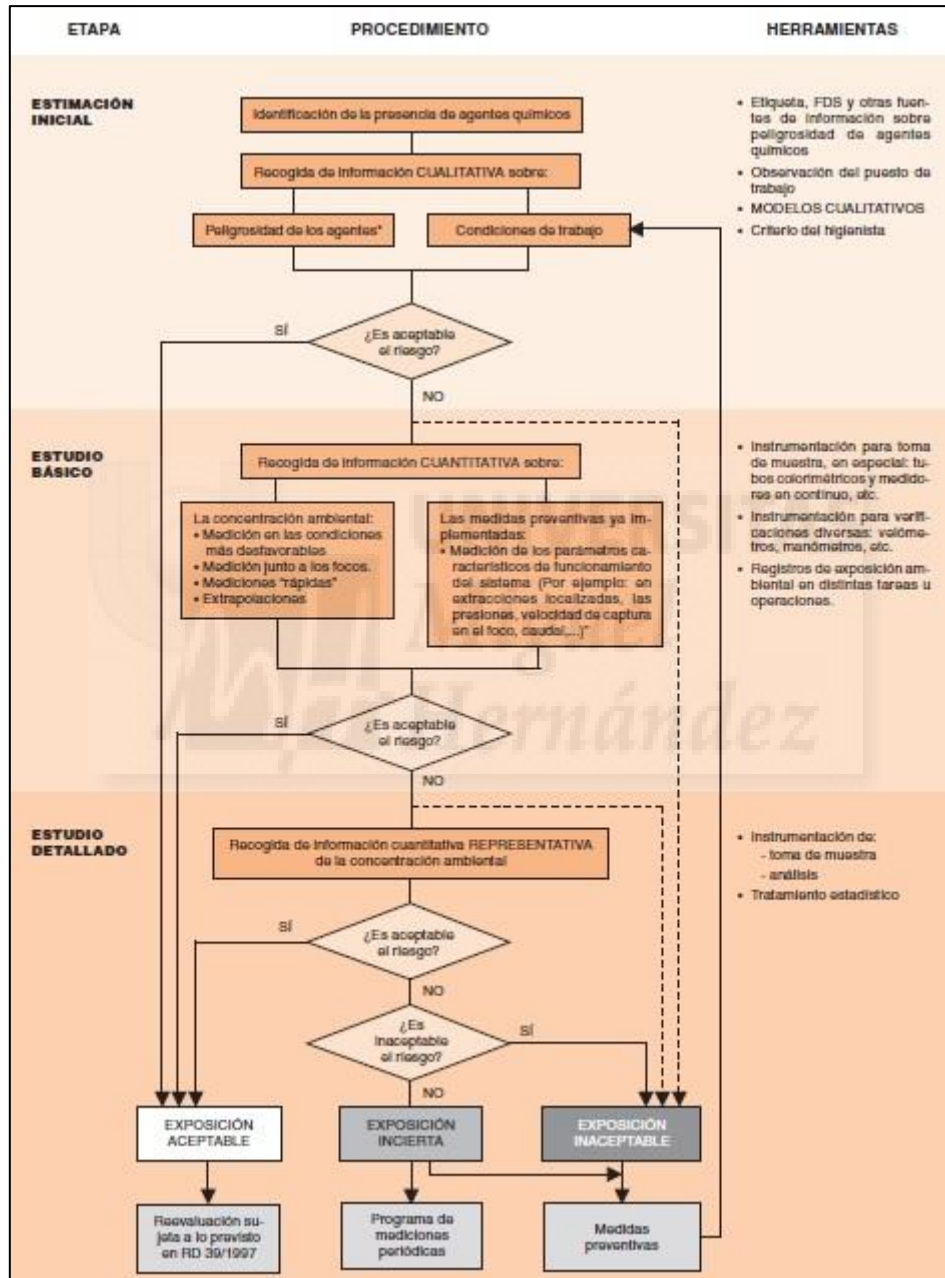


Ilustración 1: Procedimiento general de evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos (Fuente: NTP 935)

5.3. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y BASE TEÓRICA

Estos modelos tienen como principal objetivo determinar, sin recurrir de entrada a las mediciones ambientales, el nivel o grado de riesgo por exposición a agentes químicos en una determinada operación.

Estos modelos de evaluación se basan en la asignación de puntuaciones o niveles a algunas de las siguientes variables (Ilustración 2): Peligrosidad de los agentes químicos, frecuencia de la exposición, duración de la exposición, cantidad de agente químico utilizado o presente, características físicas del agente, forma de uso y tipo de medida de control existente.

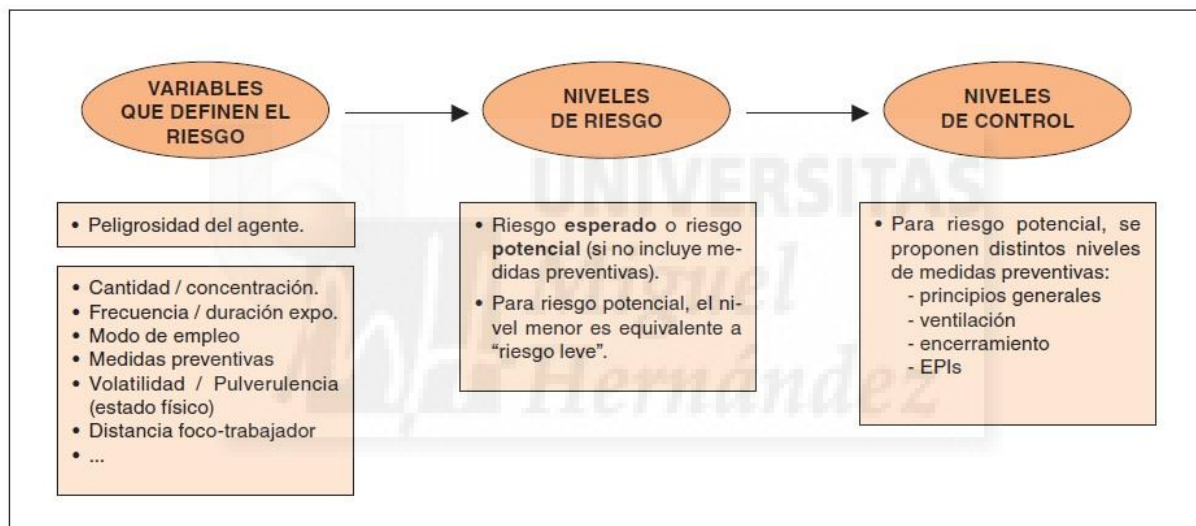


Ilustración 2: Variables que pueden considerar los modelos cualitativos de evaluación (Fuente: NTP 935)

El resultado es una categorización en distintos niveles de riesgo, que determinan si el riesgo es o no aceptable y, en ocasiones, el tipo de medidas preventivas a aplicar. Es posible diferenciar entre dos tipos de modelos: los que estiman el riesgo potencial de exposición (no incluyen como variables de entrada las medidas preventivas tomadas) y los que estiman el riesgo esperable de exposición (estiman el riesgo final, tal como es, es decir, considerando las medidas ya implantadas si las hay).

Del primer tipo es representativo el modelo británico COSHH Essential, publicado por *Health and Safety Executive*, y del segundo, el modelo francés publicado por el INRS (*Institute National de Recherche et Sécurité*).

6. MODELO “COSHH ESSENTIALS”

La normativa legal para la prevención del *riesgo por exposición a agentes químicos* en el Reino Unido se denomina COSHH (Control of Substances Hazardous to Health). La metodología cualitativa diseñada inicialmente para prestar apoyo a pequeños y medianos empresarios y también a técnicos de prevención para el cumplimiento de tal normativa, se denomina COSHH Essentials.

6.1. INTRODUCCIÓN

Se trata de un modelo para determinar la medida de control adecuada a la operación que se está evaluando para reducir hasta un nivel aceptable el riesgo por inhalación de agentes químicos, y no propiamente para determinar el nivel de riesgo existente. Este es su punto más fuerte, puesto que proporciona soluciones de índole práctica en forma de numerosas “fichas de control”. Los niveles de control que se obtienen en este método (y que remiten a las fichas de control según el tipo de operación) corresponden a niveles de riesgo “potencial”, puesto que no intervienen las medidas de control existentes como variables de entrada del método.

6.2. ETAPAS Y VARIABLES

En este modelo intervienen diferentes etapas y variables que se describen a continuación (Ilustración 3).

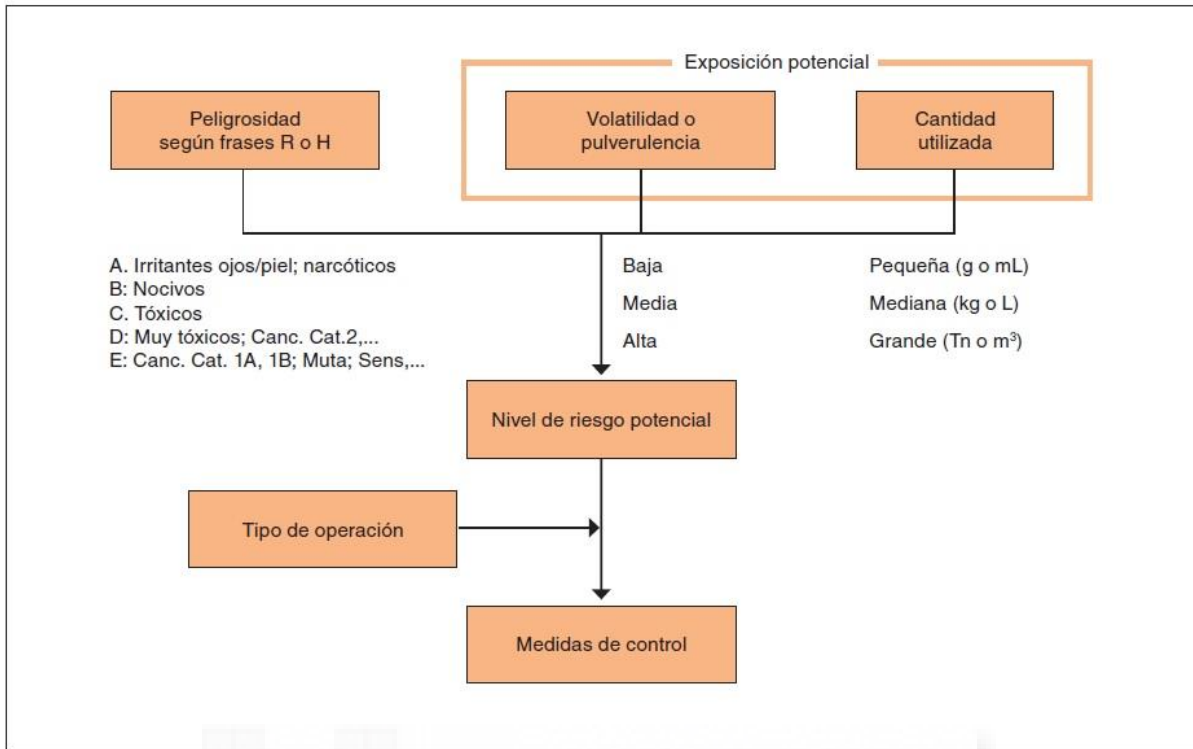


Ilustración 3: Etapas y variables del modelo COSHH Essentials (Fuente: NTP 936)

Variable 1: Peligrosidad según frases R o frases H

La peligrosidad de las sustancias se clasifica en cinco categorías (Tabla 1 y 2), A, B, C, D Y E de nivel creciente en función de las frases que figuran en su etiqueta y ficha de datos de seguridad.

A	R36, R38, R65, R67
B	R20/21/22, R68/20/21/22
C	R23/24/25, R34, R35, R37, R37/38, R39/23/24/25, R41, R43, R48/20/21/22, R68/23/24/25
D	R26/27/28, R39/26/27/28, R40, R48/23/24/25, R48/23/25, R48/24, R60, R61, R62, R63, R64
E	Mut. Cat. R40, R42, R45, R46, R49, R68

Tabla 1: Clasificación de la peligrosidad del agente según frases R (Fuente: NTP 936)

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

A	H303, H304, H305, H313, H315, H316, H318, H319, H320, H333, H336 Cualquier sustancia sin frases H contenidas en los grupos B a E
B	H302, H312, H332, H371
C	H301, H311, H314, H317, H318, H331, H335, H370, H373
D	H300, H310, H330, H351, H360, H361, H362, H372
E	H334, H340, H341, H350

Tabla 2: Clasificación de la peligrosidad del agente según frases H (Fuente: NTP 936)

Solamente se clasifican las frases referidas a riesgos toxicológicos puestos que los riesgos de accidente químico o incendio y explosión están fuera del alcance de esta metodología, y por lo tanto deben evaluarse aparte.

Cuando una sustancia tiene frases que corresponden a distintas categorías, siempre se clasifica la sustancia en la de mayor peligrosidad.

Además, algunas sustancias pueden presentar riesgos por contacto con la piel o las mucosas externas. Este modelo valora únicamente el riesgo por inhalación. Aún así nos permite identificar (no evaluar) el posible riesgo por contacto dérmico asignándoles una categoría de riesgo S (*skin, piel*).

R21	R27	R38	R48/24
R20/21	R27/28	R37/38	R48/23/24
R20/21/22	R26/27/28	R41	R48/23/24/25
R21/22	R26/27	R43/	R48/24/25
R24	R34	R42/43	R66
R23/24	R35	R48/21	
R23/24/25	R36	R48/20/21	
R24/25	R36/37	R48/20/21/22	
	R36/38	R48/21/22	
	R36/37/38		
* Las cuatro columnas corresponden a peligrosidad creciente, aunque se trata sólo de la identificación del riesgo potencial, sin proseguir con la evaluación del riesgo.			

Tabla 3: Agentes químicos peligrosos en contacto con la piel (Fuente: NTP 936)

Variable 2: Tendencia a pasar al ambiente

La tendencia a pasar al ambiente se clasifica en alta, media y baja y se mide, en el caso de los líquidos, por su volatilidad y la temperatura de trabajo (Ilustración 4), y en el de sólidos, por su tendencia a formar polvo cuando se manipulan.

COSHH Essentials, en su ámbito de aplicación, excluye explícitamente los agentes en estado gaseoso y los líquidos manipulados por encima de su punto de ebullición.

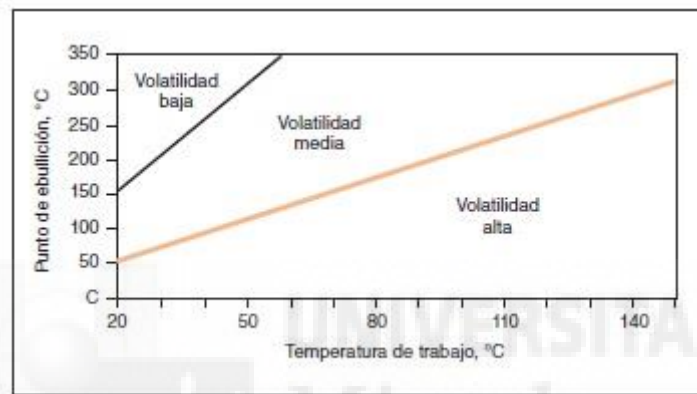


Ilustración 4: Niveles de volatilidad de los líquidos (Fuente: NTP 936)

Baja	Media	Alta
Sustancias en forma de granza (pellets) que no tienen tendencia a romperse. No se aprecia polvo durante su manipulación. Ejemplos: granza de PVC, escamas, pepitas, lentejas de sosa, etc.	Sólidos granulares o cristalinos. Se produce polvo durante su manipulación, que se deposita rápidamente, pudiéndose observar sobre las superficies adyacentes. Ejemplo: polvo de detergente, etc.	Polvos finos y de baja densidad. Cuando se emplean se observa que se producen nubes de polvo que permanecen en suspensión durante varios minutos. Ejemplos: cemento, negro de humo, yeso, etc.

Tabla 4: Tendencia de los sólidos a formar polvo (Fuente: NTP 936)

Variable 3: Cantidad de sustancia utilizada por operación

La cantidad de sustancia empleada se clasifica cualitativamente en pequeña, mediana o grande según lo indicado en la siguiente ilustración.

Cantidad de sustancia	Cantidad empleada por operación
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Tabla 5: Cantidad de sustancia utilizada (en orden de magnitud) (Fuente: NTP 936)

6.3. RIESGO POTENCIAL Y NIVEL DE CONTROL REQUERIDO

Las categorías elegidas de las tres variables descritas se cruzan mediante la siguiente tabla (Tabla 6), que indica cuatro posibles niveles de riesgo potencial y sus respectivas acciones preventivas.

Grado de peligrosidad	Volatilidad / Pulverulencia				
	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande			2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4.				

Tabla 6: Determinación del nivel de riesgo potencial por exposición a agentes químicos (Fuente: NTP 936)

Las acciones a tomar después de categorizar el riesgo potencial pueden resumirse de la siguiente manera:

Riesgo potencial 1

En estas situaciones el control de la exposición podrá lograrse, normalmente, mediante el empleo de **ventilación general**.

En la Guía Técnica del RD 374/2001, se ofrece un criterio en función de la peligrosidad de los agentes químicos para determinar si el riesgo es leve. El modelo COSHH Essentials va más allá, e incorpora la cantidad utilizada o manipulada y la tendencia a pasar al ambiente del agente químico, para obtener un juicio sobre la misma cuestión.

Es de destacar que si se expresa el riesgo leve en función de la cantidad (tal y como se menciona en el artículo 3.3 del RD 374/2001), de la Tabla 6 se deduce que cuando la cantidad de agente químico utilizada o manipulada es baja, el riesgo siempre es leve para agentes del nivel de peligrosidad A y B. Para agentes de nivel de peligrosidad C también lo es cuando estos manifiestan poca tendencia a pasar al ambiente (baja volatilidad a la temperatura del proceso para líquidos, y pulverulencia baja o media para sólidos) (Tabla 7). No es posible una situación de riesgo leve cuando se trata con agentes de nivel de peligrosidad D o E.

Nivel de peligrosidad		
A	B	C
Irritantes de la piel o los ojos y los que no tengan asignadas frases R de los otros grupos, para: Cualquier pulverulencia o volatilidad	Nocivos por inhalación, contacto dérmico o ingestión, para: Cualquier pulverulencia o volatilidad	Tóxicos por inhalación, ingestión o contacto con la piel, irritantes de las vías respiratorias, para: Volatilidad baja o pulverulencia baja o media

Tabla 7: Riesgo leve cuando la cantidad de agente químico utilizada por operación es pequeña (gramos o mililitros) (Fuente: NTP 936)

Riesgo potencial 2

En estas situaciones habrá que recurrir a medidas específicas de prevención para el control del riesgo (artículo 5 del RD 374/2001). El tipo de instalación más habitual para controlar la exposición a agentes químicos es la **extracción localizada**, para cuyo diseño y construcción es necesario, en general, recurrir a suministradores especializados. Es importante

elegir el suministrador atendiendo a la experiencia demostrada en este tipo de instalaciones, así como especificar con claridad que el objetivo de la instalación es conseguir que en los puestos de trabajo la concentración de las sustancias químicas se encuentre por debajo del valor de concentración que se lo especifique.

Riesgo potencial 3

En estas situaciones habrá que acudir al empleo de **confinamiento o de sistemas cerrados** mediante los cuales no exista la posibilidad de que la sustancia química pase a la atmósfera durante las operaciones ordinarias.

Riesgo potencial 4

Las situaciones de este tipo son aquellas en las que, o bien se utilizan sustancias muy tóxicas o bien se emplean sustancias de toxicidad moderada en grandes cantidades y con una capacidad media o elevada de pasar a la atmósfera. Hay que determinar si se emplean sustancias cancerígenas y/o mutágenas reguladas por el RD 665/1997 y sus dos modificaciones.

En estos casos es imprescindible adoptar medidas específicamente diseñadas para el proceso en cuestión recurriendo al asesoramiento de un experto. Este nivel de riesgo requiere normalmente la evaluación cuantitativa de la exposición, así como extremar la frecuencia de la verificación periódica de la eficacia de las instalaciones de control.

En cualquier caso las instalaciones implantadas deben ser mantenidas y verificadas periódicamente.

6.4. CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

El modelo COSHH Essentials ofrece soluciones específicas para el control de la exposición según el nivel de riesgo obtenido y la operación en que se usa el agente.

Recientemente se actualizó este modelo incorporando especificaciones para diferentes procesos. En cada uno de ellos se distinguen las tareas. Esto permite salvar, en estos casos, la limitación del método para ser aplicado con agentes que no son sustancias químicas comercializadas y que no disponen de frases R o H.

Siempre que sea posible, el proceso deberá mantenerse a una presión inferior a la atmosférica a fin de dificultar el escape de las sustancias.

7. MÉTODO BASADO EN EL INRS

En los últimos años se ha extendido el uso de metodologías simplificadas para evaluar el riesgo de exposición por inhalación a agentes químicos sin recurrir a costosas mediciones ambientales. Esto es posible porque el RD 374/2001 establece una excepción para las mediciones cuando el empresario sea capaz de demostrar claramente por otros medios de evaluación que se ha logrado una adecuada prevención y protección. Por lo tanto, si de la aplicación de un método simplificado se concluye que el riesgo es bajo, se podría decir que no serían necesarias tales mediciones.

Por otra parte, en la etapa de “Estimación inicial” de la norma UNE-EN 689 también tienen cabida dichos métodos, ya que esta primera etapa de la norma contempla la evaluación de la situación de riesgo en base al análisis de una serie de variables que afectan a la concentración ambiental y otras relacionadas con el trabajador.

Este tipo de métodos son útiles para realizar un diagnóstico inicial de la situación de riesgo químico, siendo posible finalizar la evaluación cuando el riesgo sea bajo. En el resto de los casos habrá que adoptar medidas correctoras o realizar una evaluación detallada, a veces con mediciones ambientales. Además, aportan como ventaja que el análisis de los factores de riesgo se puede realizar de una forma sistemática, lo que aumenta la posibilidad de que distintas personas lleguen a la misma conclusión.

La evaluación simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos que se propone se realiza a partir de las siguientes variables:

- Riesgo potencial
- Propiedades físico-químicas (la volatilidad o la pulverulencia, según el estado físico).
- Procedimiento de trabajo.
- Medio de protección colectiva (ventilación).
- Un factor de corrección (FC_{VLA}), cuando el valor límite ambiental (VLA) del agente químico sea muy pequeño, inferior a $0,1 \text{ mg/m}^3$.

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Para cada variable se establecen unas clases y una puntuación asociada a cada clase. La puntuación del riesgo se hace a partir de la puntuación obtenida para estas cuatro variables y el factor de corrección que sea aplicable. El esquema a seguir es el siguiente (Ilustración 5).

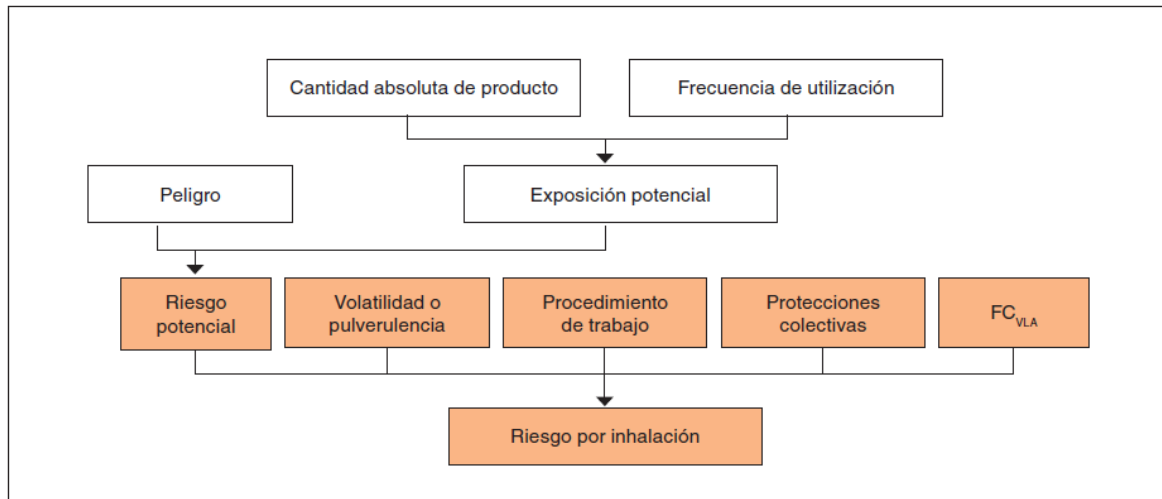


Ilustración 5: Esquema para la evaluación simplificada del riesgo por inhalación (Fuente: NTP 937)

El método original del INRS considera el peligro del agente químico, en lugar del riesgo potencial, porque la cantidad y la frecuencia ya se tienen en cuenta en un proceso previo que denominan jerarquización. Sin embargo, dado que en este procedimiento se aborda únicamente la evaluación del riesgo por inhalación se ha convenido emplear, para determinar el riesgo por inhalación, la variable riesgo potencial que engloba el peligro, la cantidad absoluta y la frecuencia de utilización.

Además, se ha introducido un factor de corrección en función del VLA, que no se utilizaba en el procedimiento del INRS, para los agentes químicos que tienen un VLA muy bajo, inferior a $0,1 \text{ mg/m}^3$, ya que en estos casos es fácil que se llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia, aunque su tendencia a pasar al ambiente sea baja, pudiéndose subestimar el riesgo.

Con independencia de aquellas situaciones en las que la legislación indica cuándo, cómo y dónde deben efectuarse mediciones ambientales para determinar la exposición, como ocurre con el amianto, existen una serie de casos en los que el procedimiento aquí descrito no es aplicable, tal es el caso de medicamentos y productos de descomposición térmica. Este hecho puede ocurrir, por ejemplo, en tratamiento térmico de plásticos (indicado, para algunos

casos, con las notas “l” y “m” en el documento Límites de exposición profesional para agentes químicos en España); cuando se puedan formar nitrosaminas, porque existan productos precursores (indicados con la nota “f”) y agentes nitrosantes; cuando se puedan formar hidrocarburos policíclicos aromáticos; cuando se pueda formar fosgeno a partir de hidrocarburos clorados, etc.

7.1. DETERMINACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

El cálculo del riesgo potencial se hace a partir del peligro, la cantidad absoluta de agente químico y la frecuencia de utilización. El esquema de la Ilustración 4 es similar al utilizado por el INRS para la jerarquización de riesgos, con la diferencia de que aquí las cantidades que se utilizan son absolutas. El motivo de que se utilice la cantidad absoluta el lugar de la relativa es porque no se pretende jerarquizar el riesgo potencias, sino obtener una estimación semicuantitativa.

Clase de peligro

Las clases Las clases de peligro se establecen siguiendo los criterios de la tabla de la Ilustración 13. Para asignar una clase de peligro a un agente químico es necesario conocer sus frases R o H. Cuando un producto, sustancia o mezcla, no tiene asignadas frases R o H, la atribución a una clase de peligro u otra se puede hacer a partir de los VLA expresados en mg/m³, dando preferencia a los valores límite de larga duración frente a los de corta duración.

En el caso de que tampoco tenga asignado ningún tipo de VLA:

- Si se trata de una sustancia, se le asigna la clase de peligro 1.
- Si se trata de una mezcla o preparado comercial, se le asigna la clase de peligro 1.
- Si son mezclas no comerciales que vayan a ser empleadas en la misma empresa en otros procesos, se utilizarán las frases R o H de los componentes. Para no sobreestimar el riesgo se deben tener en cuenta las concentraciones de los componentes, tal y como se hace para las mezclas comerciales.

Para los materiales o productos comercializados no sujetos a la normativa de etiquetado, como son la madera, aleaciones, electrodos, etc., la clase de peligro se establece en función

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

del agente químico emitido por el proceso. De esta forma, la clase de peligro se atribuye a partir de la última columna de la tabla de la Ilustración 6.

Clase de peligro	Frasas R	Frasas H	VLA mg/m ³ (¹)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	> 100	
2	R37 R36/37, R37/38, R36/37/38 R67	H335 H336	> 10 ≤ 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito Material de construcción / Talco Cemento / Composites Madera de combustión tratada Soldadura Metales-Plásticos Material vegetal-animal
3	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	> 1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Mueles Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40, R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H331 H334 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370 H372 EUH029 EUH031	> 0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R26/27, R26/28, R26/27/28 R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto ⁽²⁾ y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina ⁽³⁾ (carburante) Vulcanización Maderas duras y derivados ⁽⁴⁾
<p>(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (2) Posee legislación específica y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno. (3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente. (4) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno.</p>				

Ilustración 6: Clases de peligro en función de las frases R o H, los valores límite ambientales y los materiales y procesos (Fuente: NTP 937)

Clase de exposición potencial

Se determina a partir de las clases de cantidad (Tabla 8) y de frecuencia (Tabla 9), según se indica en la Tabla 10.

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g ó ml
2	≥ 100 g ó ml y < 10 Kg ó l
3	≥ 10 y < 100 Kg ó l
4	≥ 100 y < 1000 Kg ó l
5	≥ 1000 Kg ó l

Tabla 8: Clases de cantidad en función de las cantidades por día (Fuente: NTP 937)

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30'	>30 - ≤ 120'	> 2 - ≤ 6 h	> 6 horas
Semana	≤ 2 h	> 2 - 8 h	1 - 3 días	> 3 días
Mes	1 día	2 - 6 días	7 - 15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	> 2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.			

Tabla 9: Clases de frecuencia de utilización (Fuente: NTP 937)

Clase de cantidad	Clase de frecuencia				
	0	1	2	3	4
5	0	4	5	5	5
4	0	3	4	4	5
3	0	3	3	3	4
2	0	2	2	2	2
1	0	1	1	1	1
	0	1	2	3	4

Tabla 10: Determinación de las clases de exposición potencial (Fuente: NTP 937)

Clase de riesgo potencial y puntuación

A partir de las clases de peligro y de exposición potencial se determina la clase de riesgo potencial siguiendo el criterio de la tabla de la Tabla 11. Una vez establecida la clase de riesgo potencial, ésta se puntuía de acuerdo con la tabla de la Tabla 12.

Clase de exposición potencial						Clase de peligro
	1	2	3	4	5	
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	5	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	

Tabla 11: Clases de riesgo potencial (Fuente: NTP 937)

Clase de riesgo potencial	Puntuación de riesgo potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Tabla 12: Puntuación para cada clase de riesgo potencial (Fuente: NTP 937)

7.2. DETERMINACIÓN DE LA VOLATILIDAD O PULVERULENCIA

La tendencia del agente químico a pasar al ambiente se establece en función del estado físico. Para los sólidos se establecen tres clases de pulverulencia, según los criterios de la tabla de la Tabla 13.

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo fino, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p.e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3
Material en forma de polvo en grano (1-2 mm).El polvo sedimenta rápido en la manipulación (p.e. azúcar consistente cristalizada).	2
Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm ó 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en manipulación	1

Tabla 13: Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales sólidos (Fuente: NTP 937)

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

Para los líquidos existen tres clases de volatilidad, en función de la temperatura de ebullición y la temperatura de utilización del agente químico siguiendo lo indicado en la Ilustración 7. En caso de duda se debe optar por la categoría superior, para tomar la opción más desfavorable. Si el proceso se desarrolla a distintas temperaturas, para calcular la volatilidad debe usarse la temperatura más alta.

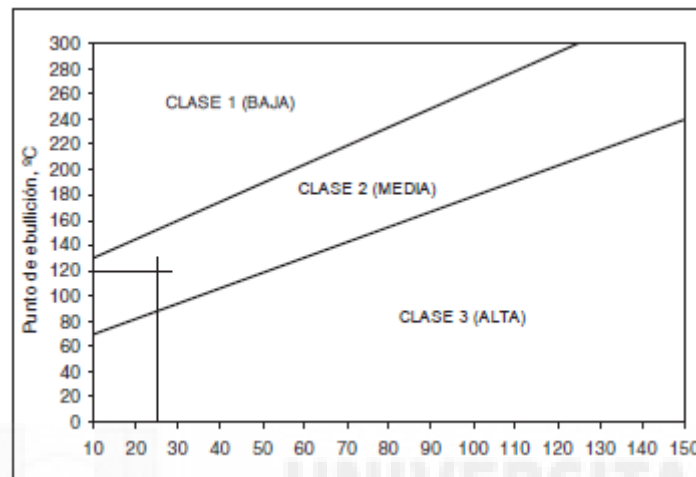


Ilustración 7: Establecimiento de las clases de volatilidad para líquidos (Fuente: NTP 937)

A los gases, a los humos y a los líquidos o sólidos en suspensión líquida que se utilicen en operaciones de pulverización (spraying) se les atribuye siempre clase 3. Existen algunos agentes químicos que tienen una presión de vapor lo suficientemente grande como para poder estar presentes en el ambiente en forma de materia particulada y en forma de vapor simultáneamente, contribuyendo con cada una de ellas de forma significativa a la exposición.

Estos compuestos están señalados con la nota “FIV” en el documento Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. En estos casos, la aplicación de éste o cualquier otro método simplificado puede subestimar el riesgo. Esto es frecuente en la aplicación de plaguicidas y, en general, en operaciones de pulverización (spraying) o en las que intervienen cambios de temperatura que puedan afectar al estado físico del agente en cuestión.

En estos casos, se calcula la volatilidad del compuesto como un sólido, es decir, teniendo en cuenta la pulverulencia, y como un líquido, utilizando en este caso la presión de vapor a la temperatura de trabajo, en lugar de la temperatura de ebullición y la temperatura de

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

trabajo, y se considera la más alta de las dos. En la tabla de la Tabla 14 se muestra como asignar la clase de volatilidad en función de la presión de vapor, Pv.

Presión de vapor a la temperatura de trabajo	Clase de volatilidad
$P_v < 0,5 \text{ KPa}$	1
$0,5 \text{ KPa} \leq P_v < \text{KPa}$	2
$P_v \geq 25 \text{ KPa}$	3

Tabla 14: Clase de volatilidad en función de la presión de vapor (Fuente: NTP 937)

Cuando el producto a evaluar se trata de una mezcla susceptible de formar un azeótropo, se tomará esta temperatura como punto de ebullición. En caso contrario, se utilizarán los de los componentes de forma individual. Si se trata de una mezcla comercial, se toma como punto de ebullición el que se indique en la ficha de datos de seguridad (FDS). Si la FDS da un intervalo de destilación, se tomará la temperatura más baja.

En el caso de disoluciones, se toma como punto de ebullición el que se indique en la FDS. Si no se indicase, se puede tomar como punto de ebullición, el del disolvente.

La clase de volatilidad o pulverulencia asignada a cada agente químico se puntúa siguiendo el criterio de la tabla la Tabla 15.

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Tabla 15: Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad o pulverulencia (Fuente: NTP 937)

7.3. DETERMINACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

Otro de los parámetros que hay que considerar en la evaluación es el procedimiento de utilización del agente químico.

En la Ilustración 8 se dan algunos ejemplos de estos sistemas, el criterio para asignar la clase de procedimiento y su correspondiente puntuación.

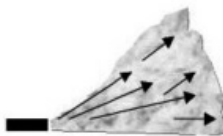
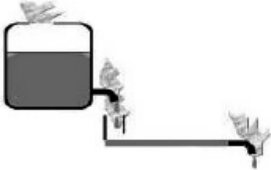
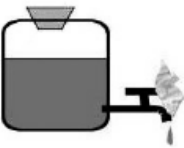
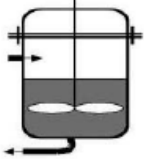
Dispersivo	Abierto	Cerrado/ abierto regularmente	Cerrado permanente
 <p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)</p>	 <p>Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones....). Manejo y vigilancia de máquinas de impresión...</p>	 <p>Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...</p>	 <p>Ejemplos: Reactor químico.</p>
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

Ilustración 8: Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase (Fuente: NTP 937)

7.4. DETERMINACIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA

En función de la protección colectiva utilizada se establecen cinco clases que se puntúan de acuerdo con lo indicado en la Ilustración 9.

Trabajo en espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable		Ausencia de ventilación mecánica	
Clase 5, puntuación = 10		Clase 4, puntuación = 1	
Trabajos en intemperie	Trabajador alejado de la fuente de emisión	Ventilación mecánica general	
Clase 3, puntuación = 0,7			
Campana superior	Rendija de aspiración	Mesa con aspiración	Aspiración integrada a la herramienta
Clase 2, puntuación = 0,1			
Cabina de pequeñas dimensiones ventilada	Cabina horizontal	Cabina vertical	Captación envolvente (vitrina de laboratorio)
Clase 2, puntuación = 0,1			Clase 1, puntuación = 0,001

Ilustración 9: Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase (Fuente: NTP 937)

7.5. CORRECCIÓN EN FUNCIÓN DEL VLA

Según se ha indicado anteriormente, el procedimiento aplicado como se ha descrito hasta aquí, puede subestimar el riesgo cuando se aplica a sustancias que tienen un valor límite muy bajo, ya que es fácil que se llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia, aunque su tendencia a pasar al ambiente sea baja.

Por este motivo se hace necesario aplicar un factor de corrección, FC, en función de la magnitud del VLA, en mg/m³. En la tabla de la Tabla 16, se dan los valores de estos FC_{VLA}, en el caso de que el compuesto tenga VLA. Si el compuesto no tiene VLA, se considerará que el FC_{VLA} es 1.

VLA	FC _{VLA}
VLA > 0,1	1
0,01 < VLA ≤ 0,1	10
0,001 < VLA ≤ 0,01	30
VLA ≤ 0,001	100

Tabla 16: Factores de corrección en función del VLA (Fuente: NTP 937)

7.6. CÁLCULO DE LA PUNTUACIÓN DEL RIESGO POR INHALACIÓN

Una vez que se han determinado las clases de riesgo potencial, de volatilidad, de procedimiento y de protección colectiva y que se han puntuado de acuerdo a los criterios anteriormente indicados, se calcula la puntuación del riesgo por inhalación (P_{inh}) aplicando la siguiente fórmula:

$$P_{inh} = P_{riesgo\ pot} \cdot P_{volatilidad} \cdot P_{procedimiento} \cdot P_{protec.\ colec.} \cdot FCVLA$$

Con esa puntuación se caracteriza el riesgo utilizando la tabla de la Ilustración 26.

En el caso de riesgo moderado, se puede optar por implantar las medidas de control adecuadas, o corregir las existentes, y volver a aplicar este procedimiento para ver si se ha logrado reducir el riesgo o, continuar la evaluación de acuerdo con la Norma UNE-EN 689, con la etapa de “Estudio Básico”, para decidir si son necesarias medidas adicionales y mediciones periódicas. De cualquier forma, habrá que comprobar periódicamente el buen funcionamiento de las medidas de control.

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Tabla 17: Caracterización del riesgo por inhalación (Fuente: NTP 937)

8. CASO-ESTUDIO

8.1. PUESTO DE TRABAJO

El puesto de trabajo se desarrolla en un laboratorio químico de una universidad, que está destinado principalmente a realizar ensayos y toma de muestras para enseñar al alumnado el uso correcto de materiales de laboratorio y los productos químicos que pueden encontrar. Diariamente el trabajador encargado de impartir la formación a los alumnos realiza con anterioridad a las clases prácticas varios ensayos utilizando principalmente los siguientes agentes químicos: Amoníaco, Ácido acético y Ácido clorhídrico. El lugar de trabajo, en este caso el laboratorio cuenta con una campana para ventilar los vapores que producen los químicos utilizados. Este tipo de laboratorio posee unas características particulares, ya que se utiliza una gran diversidad de agentes químicos, habitualmente en pequeñas cantidades, y su utilización es muy variable en el tiempo

A raíz de este supuesto voy a dar paso a un estudio higiénico para evaluar la exposición de los trabajadores a estos tres agentes químicos, utilizando los métodos cualitativos COSHH Essentials y el método basado en el INRS. De los resultados obtenidos propondremos medidas preventivas que serían adecuadas implantar en el lugar de trabajo.

Los datos utilizados en el estudio han sido extraídos de las Fichas de Seguridad (FDS) del Amoníaco, Ácido acético y Ácido Clorhídrico que proporciona el Instituto de Seguridad e Higiene (INSHT).

A continuación indico las características más relevantes que he utilizado para realizar la evaluación de riesgos por inhalación.

Identificación del agente químico	Frases R	Punto de ebullición:	Límites de exposición profesional	Presión de vapor
Amoníaco NH ₃	10-23-34-50	-33 °C	VLA-ED: 20 ppm; 14 mg/m ³ VLA-EC: 50 ppm; 36 mg/m ³	kPa a 26°C: 1013
Ácido Acético C ₂ H ₄ O ₂ /CH ₃ COOH	10-35	118 °C	VLA-ED: 10 ppm; 25 mg/m ³ VLA-EC: 15 ppm; 37 mg/m ³	kPa a 20°C: 1,5
Ácido Clorhídrico	23-35	-85 °C	VLA-ED: 5 ppm; 7,6 mg/m ³ VLA-EC: 10 ppm; 15 mg/m ³	-

Tabla 18: Identificación de los agentes químicos (Fuente: INSHT)

En primer lugar y prosiguiendo con el orden de los métodos descritos voy aplicar el Método COSHH ESSENTIALS para la evaluación de riesgos.

8.2. APLICACIÓN MÉTODO COSHH

Variable 1: Peligrosidad según frases R

El Amoniaco tiene cuatro frases R, el Ácido Acético dos y el Ácido clorhídrico 2, y tal y como dice en el apartado 6.2. cogeremos la peligrosidad más alta de entre las frases R.

Agente químico	Frase R	Peligrosidad
Amoniaco	10, 23, 34 y 50	A, <u>C</u> , C y A
Ácido Acético	10 y 35	<u>A</u> y A
Ácido Clorhídrico	23 y 35	<u>C</u> y A

Tabla 19: Nivel de peligrosidad según Frases R (Fuente: Elaboración propia)

Variable 2: Tendencia a pasar al ambiente

Agente químico	Punto de ebullición	Volatilidad
Amoniaco	-33 °C	Alta
Ácido Acético	180 °C	Baja
Ácido Clorhídrico	-85 °C	Alta

Tabla 20: Volatilidad de agentes químicos (Fuente: elaboración propia)

Variable 3: Cantidad de sustancia utilizada

Para este caso-estudio vamos a considerar una pequeña cantidad de sustancia, dado que los contaminantes tienen efectos incluso con una exposición de corta duración. Por tanto la cantidad empleada por sustancia utilizada se medirá en **gramos o mililitros**.

Riesgo potencial

Considerando el nivel de peligrosidad, la volatilidad y la cantidad de sustancia utilizada pequeña tenemos los siguientes niveles de peligrosidad para cada agente químico.

Agente químico	Nivel de peligrosidad
Amoniaco	2
Ácido Acético	1
Ácido Clorhídrico	2

Dado los resultados obtenidos ante esta situación que muestra nivel de riesgo peligrosidad 1 y 2 cogeremos el nivel de peligrosidad más restrictivo, por tanto un riesgo potencial 2 por lo que habrá que recurrir a medidas específicas de prevención para el control del riesgo.

Conclusión

Como hemos observado el **nivel de riesgo 2** el tipo de instalación más habitual para controlar la exposición a estos agentes químicos es la **extracción localizada**.

8.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO BASADO EN EL INSR

Clase de peligro

Tomamos nuevamente las frases R que nos proporcionan las fichas de seguridad. Por tanto, según la Ilustración 6 del apartado 7.1. la **clase de peligro** para el **Amoniaco** es **4**, para el **Ácido acético** **1** y para el **Ácido clorhídrico** **4**.

Agente químico	Frase R	Clase de Peligro
Amoniaco	10, 23, 34 y 50	1, 4, 1 y 1
Ácido Acético	10 y 35	1 y 1
Ácido Clorhídrico	23 y 35	4 y 1

Clase de exposición potencial

Los trabajadores que se encuentra en el laboratorio generalmente se exponen diariamente unos 15 – 30 minutos frente a estos agentes químicos, cuando ellos cogen unas muestras y mientras realizan unos ensayos. Tenemos en cuenta que las cantidades estimadas

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

para los ensayos tienen un volumen máximo de 100 ml. Por lo tanto, la clase de cantidad sería igual a 1 y la **clase de frecuencia** igual a 1 para los tres agentes químicos.

Por tanto, si cruzamos las variables clase de peligro y clase de exposición potencial con la Tabla 10 tendríamos una **clase de exposición potencial** de nivel 1 para los tres agentes.

Clase de riesgo potencial y puntuación

La clase de riesgo potencial y la puntuación para el amoníaco la calculamos a partir de la clase de peligro y la clase de exposición potencial calculada en apartados anteriores, por tanto, quedaría de la siguiente manera:

Producto químico	Clase de riesgo	Clase de exposición potencial	Clase de riesgo potencial	Puntuación
Amoníaco	4	1	3	100
Ácido Acético	1	1	1	1
Ácido Clorhídrico	4	1	3	100

Tabla 21: Clase de riesgo potencial y puntuación (Fuente: Elaboración propia)

Determinación de la volatilidad

La volatilidad es la tendencia del producto químico a pasar al ambiente. Teniendo en cuenta los puntos de ebullición del amoníaco, del ácido acético y del ácido clorhídrico, buscamos el valor en la figura 19 del apartado 7.2 y nos da las puntuaciones:

Agente químico	Punto de ebullición	Volatilidad	Puntuación
Amoníaco	-33 °C	Clase 3	100
Ácido Acético	180 °C	Clase 1	1
Ácido Clorhídrico	-85 °C	Clase 3	100

Tabla 22: Volatilidad, clase y puntuación (Fuente: Elaboración propia)

Determinación del procedimiento de trabajo

Los agente químico objeto de estudio se encuentran en todo momento guardados en un armario, se trata de un procedimiento de tipo cerrado/ abierto regularmente y por tanto de clase 2, según la figura 23 vista en el apartado 7.3. y con unas puntuaciones de procedimiento de 0,05.

Determinación de la protección colectiva

En este estudio los focos de inhalación se encuentran en un edificio que cuenta con una campana superior. Por ello, la protección colectiva se categorizaría en clase 2 y con una puntuación igual a 0,1.

Corrección en función del VLA

En la tabla 18: “Identificación del amoniaco” el VLA que se muestra es mayor a 0,1, por lo tanto, y según la tabla del apartado 7.5 los factores de corrección son igual a 1.

Cálculo de la puntuación del riesgo por inhalación

A continuación aplicamos la fórmula del apartado 7.6 para caracterizar el riesgo.

$$P_{inh} = P_{riesgo\ pot} \cdot P_{volatilidad} \cdot P_{procedimiento} \cdot P_{protec.\ colec.} \cdot FC_{VLA}$$

AGENTE QUÍMICO	PUNTUACIÓN DE RIESGO POTENCIAL	VOLATILIDAD	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	PROTECCIÓN COLECTIVA	FACTOR DE CORRECCIÓN VLA	PUNTUACIÓN DEL RIESGO POR INHALACIÓN
Amoniaco	100	100	0,05	0,1	1	50
Ácido acético	1	1	0,05	0,1	1	0,005
Ácido clorhídrico	100	100	0,05	0,1	1	50

Tabla 23: Puntuación del riesgo por inhalación (Fuente: Elaboración propia)

Conclusiones

Una vez analizadas las diferentes variables la **puntuación del riesgo por inhalación** es de **50**, por lo que el riesgo se caracteriza con **prioridad de acción 3** y establece un **riesgo a priori bajo**, sin necesidad de modificaciones.

9. MEDIDAS PREVENTIVAS

9.1. PROTECCIÓN COLECTIVA: SISTEMAS DE EXTRACCIÓN LOCALIZADA

Según el método COSHH Essentials debemos emplear en el ámbito de trabajo, en este caso, en el laboratorio un sistema de extracción localizada.

Un sistema de extracción localizada tiene como objetivo captar el contaminante en el lugar más próximo posible del punto donde se ha generado, el foco contaminante, evitando que se difunda al ambiente general del laboratorio. Consta de cuatro elementos básicos:

- Campana: es la parte del sistema a través de la cual son efectivamente captados los contaminantes.
- Conducto: lugar por el que el aire extraído cargado de contaminante circula hasta al ventilador.
- Depurador: sistema de tratamiento/purificación del aire del que, cuando la concentración, peligrosidad u otras características del contaminante lo aconsejen y de cara a la protección del medio ambiente atmosférico, dispone la instalación de extracción localizada.
- Ventilador: mecanismo que proporciona la energía necesaria para que el aire circule a través de la campana, el conducto y el depurador a un caudal establecido y venciendo la pérdida de carga del sistema.

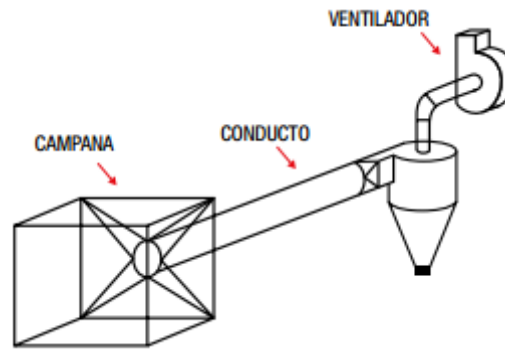


Tabla 24: Elementos de un sistema de extracción localizada (Fuente: Elaboración propia)

Todo sistema de extracción localizada requiere un diseño y unas características de funcionamiento que permitan el arrastre del contaminante a la velocidad necesaria, su vehiculación a través de la instalación a un caudal adecuado y un ventilador que proporcione dicho caudal venciendo la pérdida de carga ofrecida por el conjunto de la instalación.

Se considera que un sistema de extracción localizada funciona correctamente cuando en las inmediaciones del foco del cual se pretende captar el contaminante emitido, su concentración se encuentra al nivel que se había previsto.

Los sistemas de extracción localizada presentan una serie de ventajas sobre la ventilación por dilución que se resumen en los siguientes puntos:

- Capta el contaminante antes de que éste llegue a afectar el ambiente de trabajo.
- Trabaja con caudales sensiblemente inferiores.
- Altera en menor medida las condiciones termohigrométricas ambientales.
- Facilita mejor la depuración.
- Es aplicable a aerosoles.
- Puede garantizar atmósferas no explosivas con mayor facilidad.
- Evita el posible deterioro de equipos por contaminantes corrosivos.

En el laboratorio se encuentran distintos dispositivos de extracción localizada: las vitrinas extractoras de gases, las vitrinas de sobremesa, con o sin filtrado y conexión al exterior, las campanas para disipar calor de los instrumentos y eliminar humos y vapores desprendidos y los puntos de extracción móviles. Las vitrinas se distinguen de los demás dispositivos de extracción en que incluyen un encerramiento.

9.2. PROTECCIÓN INDIVIDUAL: PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

El trabajo de laboratorio presenta unas características específicas que hace que la adopción de medidas de protección colectiva no sea siempre posible o que éstas resulten insuficientes, adquiriendo una gran importancia la utilización de equipos de protección individual (EPI).

Es importante establecer un principio de utilización de dichos equipos, que está recogido en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), y figura como norma general de uso en el citado Real Decreto: “Los Equipos de Protección Individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo”.

El uso de los EPI debe contemplarse también como un complemento de otras actuaciones preventivas que no garantizan un control suficiente de la situación de riesgo, así como y de manera provisional, mientras no se adoptan otras medidas correctoras colectivas. Por último, su utilización está recomendada en situaciones de emergencia, rescate o autosalvamento.

Los equipos de protección individual pueden clasificarse, considerando la parte del cuerpo que protejan, en los siguientes grupos:

- Protectores de los ojos y la cara
- Protectores de la piel
- Protectores de las manos y los brazos
- Protectores de las vías respiratorias
- Protectores del oído
- Protectores de las piernas
- Protectores del tronco y del abdomen
- Protectores de la totalidad del cuerpo

Nos centraremos en los protectores de las vías respiratorias dado que los métodos de estudio utilizados son para evaluar la exposición a los agentes químicos por inhalación.

9.2. PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias son aquellos que tratan de impedir que el contaminante penetre en el organismo a través de esta vía. Técnicamente se pueden clasificar en equipos dependientes e independientes del medio ambiente.

EQUIPOS DEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

Son equipos que utilizan el aire del ambiente y lo purifican, es decir retienen o transforman los contaminantes presentes en él para que sea respirable. Estos equipos no pueden utilizarse cuando el aire es deficiente en oxígeno, cuando las concentraciones de contaminante son muy elevadas o se trata de sustancias altamente tóxicas o cuando existe el peligro de no detectar su mal funcionamiento (por ejemplo, un gas sin olor como el monóxido de carbono).

Presentan dos partes claramente diferenciadas: el adaptador facial y el filtro. El adaptador facial tiene la misión de crear un espacio herméticamente cerrado alrededor de las vías respiratorias, de manera que el único acceso a ellas sea a través del filtro. Existen tres tipos: la máscara, la mascarilla y la boquilla.

- Máscara. Cubre la boca, la nariz y los ojos. Debe utilizarse cuando el contaminante es un irritante, para evitar su efecto sobre la mucosa ocular o en cualquier caso cuando pueda penetrar a través de ella.
- Mascarilla. Cubre la nariz y la boca exclusivamente.
- Boquilla. Ofrece una conexión entre la boca y el filtro y dispone de un sistema que impide la entrada de aire no filtrado por la nariz (pinza). Su utilización se limita exclusivamente a situaciones de emergencia.



Ilustración 10: Máscara (Fuente: NTP 517)

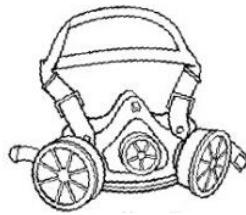


Ilustración 11: Mascarilla (Fuente: NTP 517)

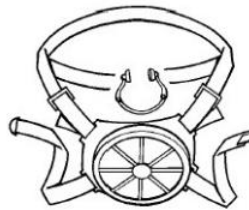


Ilustración 12: Boquilla (Fuente: NTP 517)

Los adaptadores deben tener, entre otras, las siguientes propiedades: máxima hermeticidad, mínima resistencia al paso del aire, máxima visibilidad en las máscaras y máximo confort de utilización.

Los filtros tienen la misión de purificar el aire y eliminar la contaminación. Se clasifican en tres clases: mecánicos, químicos y mixtos.

- Los filtros mecánicos retienen el contaminante, impidiendo el paso por mecanismos físicos. Se utilizan para polvo, humo o aerosoles.
- Los filtros químicos realizan su misión filtrante disponiendo en su interior de alguna sustancia química que retiene el contaminante, adsorbiéndolo, o reaccionando con él. Los filtros químicos son específicos para una sustancia o grupo de sustancias de parecidas características químicas.
- Los filtros mixtos realizan combinadamente la acción de los filtros mecánicos y de los químicos.

Considerando la resistencia al paso del aire y la permeabilidad al contaminante, los filtros se clasifican en varias categorías. La resistencia al paso del aire se mide como la pérdida de carga, de manera que cuanto más pequeña es, más cómoda resulta la utilización del filtro. La permeabilidad al contaminante se denomina también penetración, que es la concentración del contaminante que es capaz de atravesar el filtro. La clasificación otorga la mejor categoría o clase a los filtros cuya pérdida de carga y penetración es menor.

Otra característica de los filtros es su «vida media», que es el tiempo que tarda un filtro en alcanzar la máxima penetración admisible para una concentración conocida. Es un valor de referencia, aunque poco útil en la práctica, donde no se suele conocer la concentración del contaminante en aire.

La mascarilla autofiltrante es un tipo especial de protector respiratorio que reúne en un solo cuerpo inseparable el adaptador facial y el filtro. No son adecuadas para la protección de gases o vapores. Debido a su bajo peso y poca pérdida de carga las hace más cómodas que las mascarillas convencionales.

EQUIPOS INDEPENDIENTES DEL MEDIO AMBIENTE

Estos equipos se caracterizan porque el aire que respira el usuario no es el del ambiente de trabajo y se clasifican en: semiautónomos y autónomos.

Los equipos semiautónomos utilizan el aire de otro ambiente diferente al de trabajo, no contaminado y transportado a través de una canalización (manguera) o proveniente de recipientes a presión no portátiles. Disponen de un adaptador facial, generalmente tipo máscara, y una manguera. El aire puede ser aspirado a voluntad a través de la manguera o suministrado a presión mediante un compresor o botellas de aire comprimido. Estos equipos se utilizan en trabajos con muy altas concentraciones de contaminante o pobres en oxígeno.

Los equipos autónomos son aquellos en los que el sistema de aporte de aire es transportado por el usuario. Su utilización está indicada en los casos en que el aire es irrespirable y se requiere autonomía y libertad de movimientos.

El uso de estos equipos en el laboratorio no es habitual, excepto en casos muy especiales, como el trabajo en laboratorios con riesgo biológico nivel 4 o en ambientes con contaminación radioactiva importante. Sin embargo, la presencia de equipos autónomos para emergencias y operaciones de salvamento sí que suele ser habitual en el laboratorio.

10. CONCLUSIONES

10.1 COMPARACIÓN ENTRE MODELO COSHH ESSENTIALS Y MÉTODO BASADO EN INRS

Las diferencias en los resultados de la aplicación de ambos métodos se deben principalmente a las variables que cada uno de ellos contempla. El método COSHH Essentials realiza la evaluación valorando la peligrosidad intrínseca a partir de las frases R y H asignadas a cada agente, la tendencia a éste a pasar al ambiente y su cantidad. El método basado en el INRS, además de estas condiciones, valora también la frecuencia y el procedimiento de utilización del agente, la existencia de protección colectiva y un factor de corrección según el VLA. Además, estos métodos para la determinación de la peligrosidad distribuyen en distintas bandas las frases R y S según el nivel de peligrosidad de A a E (método COSHH Essentials) o la clase de peligro de 1 a 5 (método basado en el del INRS); siendo la clasificación en estas bandas distintas. Por ejemplo, la frase R (buscar otra distinta a la 20) está en un nivel B según el método COSHH Essentials y en una clase 3 según el método basado en el del INRS.

10.2 VENTAJAS Y LIMITACIONES

El método COSHH Essentials se caracteriza por ser un método de sencilla aplicación y comprensión, aplicables a sustancias sin VLA y útil para pequeñas y medianas empresas. En contrapartida, puede subestimar el riesgo cuando el VLA del agente es inferior a 0,1 mg/m³, ya que no considera este indicador; puede subestimar el riesgo cuando el agente se presenta al mismo tiempo en forma de vapor; no considera cuantitativamente los tiempos de exposición; no indica cómo evaluar la exposición por vía dérmica y no considera la existencia de protección individual ni colectiva.

Por su parte, el método del INRS es también de sencilla aplicación y comprensión, aplicable a sustancias sin VLA o con VLA muy pequeños, y también resulta útil para pequeñas y medianas empresas. Y además, no subestima el riesgo cuando el VLA del agente es inferior a 0,1 mg/m³ (ya que sí tiene en cuenta este indicador, hasta valores de VLA por debajo de 0,001 mg/m³); ni tampoco si el agente se presenta al mismo tiempo en forma de vapor y en forma de polvo, ya que también esta particularidad se considera en la aplicación del método. Otras ventajas frente al COSHH Essentials es que sí establece cuantitativamente

los tiempos de exposición, considera la evaluación de la exposición por vía dérmica (con un método complementario) y considera también la existencia de protección colectiva, aunque no la de protección individual y sin tener en cuenta la eficiencia de las protecciones colectivas.

10.3 CONCLUSIÓN FINAL

Ambos métodos pueden ser un recurso sencillo para planificar la prevención en entornos laborales con riesgo químico. El método basado en el INRS contempla más determinantes del riesgo que el COSHH Essentials, pero las características dispares de ambos métodos deben determinar la mejor elección para cada situación; o incluso, como utilización complementaria. Se debe añadir que, “es razonable iniciar el proceso de evaluación con un análisis cualitativo, a pesar de que, en muchas ocasiones no es posible alcanzar conclusiones sobre el riesgo y es necesario realizar una evaluación cuantitativa”; también sería recomendable, ante situaciones que se conoce que presenta riesgo, y los resultados de la mediciones se van a demorar para establecer las medidas preventivas necesarias con antelación.

Miguel Hernández

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del amoníaco. 2011.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química. Amoniaco (Anhidro). 2005.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Fichas Internacionales de Seguridad Química. Cloruro de hidrógeno. 2000.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Fichas Internacionales de Seguridad Química. Ácido acético. 2010.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo Relacionados con Agentes Químicos. 2013.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos en España. 2016.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención 672. Extracción localizada en el laboratorio. 2004.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención 935. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (I). Aspectos generales. 2012.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención 936. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (II). Modelo COSHH Essentials. 2012.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención 937. Agentes químicos: evaluación cualitativa y simplificada del riesgo por inhalación (III). Método basado en el INRS. 2012.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención 787. Equipos de protección respiratoria: Identificación de los filtros según sus tipos y clases. 2008.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Nota Técnica de Prevención 517. Prevención del riesgo en el laboratorio. Utilización de protección individual (I): aspectos generales. 1999.

EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A AGENTES QUÍMICOS

- Real Decreto 374/ 2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. 2001.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. 1997.



12. ANEXOS



ANEXO I:

FICHA DE SEGURIDAD DEL AMONIACO



Fichas Internacionales de Seguridad Química

AMONIACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414



AMONIACO (ANHIDRO)

Trihidruro de nitrógeno
NH₃

Masa molecular: 17.03

Nº CAS 7664-41-7
Nº RTECS BO0875000
Nº ICSC 0414
Nº NU 1005
Nº CE 007-001-00-5



TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	En caso de incendio en el entorno: usar medio de extinción adecuado.
EXPLOSION	Las mezclas gas/aire son explosivas.	Sistema cerrado, ventilación, equipo eléctrico y de alumbrado a prueba de explosiones.	En caso de incendio: mantener fría la botella por pulverización con agua.
EXPOSICION		¡EVITAR TODO CONTACTO!	
● INHALACION	Sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. (Síntomas de efectos no inmediatos: véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo, posición de semiincorporado y atención médica. Respiración artificial si estuviera indicado.
● PIEL	Enrojecimiento, quemaduras, dolor, ampollas. EN CONTACTO CON LIQUIDO: CONGELACION.	Guantes aislantes del frío, traje de protección.	EN CASO DE CONGELACION: Aclarar con agua abundante. NO quitar la ropa y solicitar atención médica.
● OJOS	Enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves.	Pantalla facial o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después consultar a un médico.
● INGESTION			

DERRAMAS Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro; consultar a un experto; ventilación. NO verter NUNCA chorros de agua sobre el líquido. Eliminar el gas con agua pulverizada. Protección personal: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración.	A prueba de incendio. Separado de oxidantes, ácidos, halógenos. Mantener en lugar frío y bien ventilado.	Botellas con accesorios especiales. símbolo T símbolo N R: 10-23-34-50 S: (1/2-)9-16-26-36/37/39-45-61 Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos subsidiarios de las NU: 8



VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 0414

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión de las Comunidades Europeas © CCE, IPCS, 2005

AMONIACO (ANHIDRO)

ICSC: 0414

D A T O S I M P O R T A N T E S	ESTADO FISICO; ASPECTO Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.	VIAS DE EXPOSICION La sustancia se puede absorber por inhalación.
	PELIGROS FISICOS El gas es más ligero que el aire.	RIESGO DE INHALACION Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva en el aire.
	PELIGROS QUIMICOS Se forman compuestos inestables frente al choque con óxidos de mercurio, plata y oro. La sustancia es una base fuerte, reacciona violentamente con ácidos y es corrosiva (p.ej: Aluminio y zinc). Reacciona violentamente con oxidantes fuertes y halógenos. Ataca el cobre, aluminio, cinc y sus aleaciones. Al disolverse en agua desprende calor.	EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones puede originar edema pulmonar (véanse Notas). La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.
	LIMITES DE EXPOSICION TLV (como TWA): 25 ppm; (como STEL): 35 ppm (ACGIH 2004). MAK: 20 ppm, 14 mg/m ³ ; Categoría de limitación de pico: I(2), Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004)	EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA
PROPIEDADES FISICAS	Punto de ebullición: -33°C Punto de fusión: -78°C Densidad relativa (agua = 1): 0.7 a -33°C Solubilidad en agua: Buena (54 g/100 ml a 20°C) Presión de vapor, kPa a 26°C: 1013	Densidad relativa de vapor (aire = 1): 0.59 Temperatura de autoignición: 651°C Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 15-28
DATOS AMBIENTALES	La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos.	
NOTAS		
Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto a menudo hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son por ello imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un spray adecuado por un médico o persona por él autorizada. Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape.		
Tarjeta de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1005 o 20G2TC Código NFPA: H 3; F 1; R 0;		
INFORMACION ADICIONAL		
FISQ: 1-030 AMONIACO (ANHIDRO)		Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: http://www.insht.es/
ICSC: 0414	AMONIACO (ANHIDRO)	
© CCE, IPCS, 2005		

NOTA LEGAL IMPORTANTE:

Ni la CCE ni la IPCS ni sus representantes son responsables del posible uso de esta información. Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales.

ANEXO II:

FICHA DE SEGURIDAD DEL ÁCIDO ACÉTICO



ÁCIDO ACÉTICO

ICSC: 0363

Mayo 2010

CAS: 64-19-7
 RTECS: AF1225000
 NU: 2789
 CE Índice Anexo I: 607-002-00-6
 CE / EINECS: 200-580-7

Ácido acético glacial
 Ácido etanoico
 Ácido etílico
 Ácido metanocarboxílico
 $C_2H_4O_2 / CH_3COOH$
 Masa molecular: 60.1



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada o dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Por encima de 39°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire. Riesgo de incendio y explosión en contacto con oxidantes fuertes.	Por encima de 39°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Dolor de garganta. Tos. Sensación de quemazón. Dolor de cabeza. Vértigo. Jadeo. Dificultad respiratoria.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Dolor. Enrojecimiento. Quemaduras cutáneas. Ampollas.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse durante 15 minutos como mínimo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras graves. Pérdida de visión.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión	Dolor de garganta. Sensación de quemazón. Dolor abdominal. Vómitos. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber un vaso pequeño de agua, pocos minutos después de la ingestión. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Eliminar toda fuente de ignición. Protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Neutralizar con precaución el líquido derramado con carbonato sódico, solo bajo la responsabilidad de un experto. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.</p>	<p>No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: C R: 10-35 S: (1/2-)23-26-45 Nota: B Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Riesgos Subsidiarios de las NU: 3 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Líquidos y vapores inflamables. Nocivo si se inhala el vapor. Nocivo en contacto con la piel. Puede ser nocivo en caso de ingestión. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar irritación respiratoria. Provoca daños en el sistema respiratorio tras exposiciones prolongadas o repetidas si se inhala. Nocivo para los organismos acuáticos.</p>
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H3; F2; R0	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes, ácidos fuertes, bases fuertes, alimentos y piensos. Mantener en lugar bien ventilado. Bien cerrado. Almacenar en el recipiente original. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2010



ÁCIDO ACÉTICO

ICSC: 0363

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro de olor acre.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia es un ácido débil. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes originando peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con bases fuertes, ácidos fuertes y muchos otros compuestos. Ataca a algunos tipos de plásticos, caucho y revestimientos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV: 10 ppm como TWA; 15 ppm como STEL (ACGIH 2010).
LEP UE: 10 ppm; 25 mg/m³ como TWA (EU 1991).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

Efectos locales graves

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación puede causar edema pulmonar, pero sólo tras producirse los efectos corrosivos iniciales en los ojos o las vías respiratorias.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA

El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Los pulmones pueden resultar afectados tras exposiciones prolongadas o repetidas a un aerosol de esta sustancia. Riesgo de erosión de los dientes tras exposiciones prolongadas o repetidas al aerosol de esta sustancia.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 118°C
Punto de fusión: 16.7°C
Densidad relativa (agua = 1): 1.05
Solubilidad en agua: miscible.
Presión de vapor, kPa a 20°C: 1.5
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.1

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.02
Punto de inflamación: 39°C c.c.
Temperatura de autoignición: 485°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 6.0-17
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.17

DATOS AMBIENTALES

La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.

NOTAS

El n° NU 2789 corresponde al ácido acético, ácido acético glacial o un disolución de ácido acético con más del 80 % de ácido en peso. Otro n° NU: NU 2790 disolución de ácido acético (entre el 10 y el 80% de ácido acético en peso); clasificación de peligro NU 8, grupo de envasado II-III.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 10 ppm; 25 mg/m³

VLA-EC: 15 ppm, 37 mg/m³

NOTA LEGAL

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

ANEXO III:

FICHA DE SEGURIDAD DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO



Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO DE HIDRÓGENO	ICSC: 0163
Abril 2000	

Cloruro de hidrógeno, anhidro

Ácido clorhídrico, anhidro

CAS:	7647-01-0	HCI	
RTECS:	MW4025000	Masa molecular:	36.5
NU:	1050		
CE Índice Anexo I:	017-002-00-2		
CE / EINECS:	231-595-7		



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener fría la botella rociando con agua.

EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MEDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Corrosivo. Sensación de quemazón. Tos. Dificultad respiratoria. Jadeo. Dolor de garganta. Síntomas no inmediatos (véanse Notas).	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Respiración artificial si estuviera indicada. Proporcionar asistencia médica.
Piel	EN CONTACTO CON LÍQUIDO: CONGELACIÓN. Corrosivo. Quemaduras cutáneas graves. Dolor.	Guantes aislantes del frío. Traje de protección.	Aclarar con agua abundante, después quitar la ropa contaminada y aclarar de nuevo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Corrosivo. Dolor. Visión borrosa. Quemaduras profundas graves.	Gafas ajustadas de seguridad o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión			

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Evacuar la zona de peligro. Consultar a un experto. Ventilar. Eliminar el gas con agua pulverizada. (Protección personal adicional: traje de protección completa incluyendo equipo autónomo de respiración).	Clasificación UE Símbolo: T, C R: 23-35 S: (1/2-)9-26-36/37/39-45 Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 2.3 Riesgos Subsidiarios de las NU: 8
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Ficha de emergencia de transporte (Transport Emergency Card): TEC (R)-20S1050 Código NFPA: H 3; F 0; R 1;	Separado de sustancias combustibles y reductoras, oxidantes fuertes, bases fuertes, metales. Mantener en lugar fresco, seco y bien ventilado.

IPCS
International
Programme on
Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © IPCS, CE 2005

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

CLORURO DE HIDRÓGENO

ICSC: 0163

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO:

Gas licuado comprimido incoloro, de olor acre.

PELIGROS FÍSICOS:

El gas es más denso que el aire

PELIGROS QUÍMICOS:

La disolución en agua es un ácido fuerte, reacciona violentamente con bases y es corrosiva. Reacciona violentamente con oxidantes formando gas tóxico de cloro (ver ICSC 0126). Ataca a muchos metales en presencia de agua formando gas inflamable/explosivo de hidrógeno (ver ICSC 0001).

LÍMITES DE EXPOSICIÓN:

TLV: 2 ppm (valor techo); A4 (ACGIH 2004).

MAK: 2 ppm, 3 mg/m³, Categoría de limitación de pico: I(2), Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2004).

VÍAS DE EXPOSICIÓN:

La sustancia se puede absorber por inhalación.

RIESGO DE INHALACIÓN:

Al producirse una pérdida de gas se alcanza muy rápidamente una concentración nociva de éste en el aire.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:

La evaporación rápida del líquido puede producir congelación. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones del gas puede originar neumonitis y edema pulmonar, dando lugar a síndrome de disfunción reactiva de las vías aéreas (RADS) (ver Notas). Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica.

EFFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA:

La sustancia puede afectar al pulmón, dando lugar a bronquitis crónica. La sustancia puede causar erosiones dentales.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: -85 °C

Punto de fusión: -114 °C

Densidad: 1.00045 g/l (gas)

Solubilidad en agua, g/100 ml a 30 °C: 67

Densidad relativa de vapor (aire = 1): 1.3

Coefficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 0.25

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

El valor límite de exposición laboral aplicable no debe superarse en ningún momento de la exposición en el trabajo. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Reposo y vigilancia médica son, por ello, imprescindibles. Debe considerarse la inmediata administración de un aerosol adecuado por un médico o persona por él autorizada. NO pulverizar con agua sobre la botella que tenga un escape (para evitar la corrosión de la misma). Con el fin de evitar la fuga de gas en estado líquido, girar la botella que tenga un escape manteniendo arriba el punto de escape. Otros números NU: 2186 (líquido refrigerado) clase de peligro: 2.3; riesgo subsidiario: 8; 1789 (ácido clorhídrico) clase de peligro: 8, grupo de envasado II o III. Las disoluciones acuosas pueden contener hasta un 38% de cloruro de hidrógeno. Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en abril de 2005: ver Límites de exposición, Respuesta de Emergencia.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 5 ppm; 7,6 mg/m³

VLA-EC: 10 ppm, 15 mg/m³

Notas: Agente químico que tiene establecido un valor límite indicativo por la UE.

Nota legal

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.