

Aplicación de métodos simplificados de evaluación del riesgo químico con efectos para la salud

Encarnación Sousa Rodríguez, Celia Tanarro Gozalo, Manuel Bernaola Alonso y José N. Tejedor Traspaderne

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSHT

En gran cantidad de oficios, puestos de trabajo y circunstancias en las que son manipulados o se generan agentes químicos se pueden evaluar sus riesgos mediante métodos simplificados sin recurrir al muestreo ambiental para estimar el nivel de exposición. En otros casos, estos métodos se pueden utilizar como una primera evaluación del riesgo químico mediante un análisis de la actividad y permiten comparar, de forma provisional y en situaciones diferentes, la posible mejora de las condiciones cuando se modifique alguno de los parámetros que intervienen.

Introducción

El Real Decreto 374/2001 (1) establece la obligación del empresario de evaluar los riesgos originados por los agentes químicos, en el caso de que no sea posible su eliminación, con la finalidad de llevar a cabo un plan de acciones preventivas. La evaluación debe renovarse periódicamente y revisarse cada vez que se produzcan cambios en las condiciones de trabajo.

En la evaluación del riesgo químico, la primera etapa es la **identificación de los agentes químicos** que pueden estar presentes en el lugar de trabajo. Hay que tener en cuenta tanto los relacionados con la actividad laboral (materias primas, productos intermedios y finales, residuos, etc.) como los que provienen

de actividades no relacionadas con dicho proceso (limpieza general, desinfección, obras y modificaciones) y se deben incluir los que se generan en circunstancias normales y los que pueden aparecer como consecuencia de descontrol de procesos químicos, errores en la manipulación, accidentes, etc.

Para determinar el riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores hay que conocer la **peligrosidad de los agentes químicos** identificados y las **condiciones de trabajo**, estudiando los puestos de trabajo, los procedimientos y tareas a realizar, tanto en situaciones normales, como accidentales en los casos de avería o emergencia. Asimismo, se registrarán las cantidades utilizadas o producidas, los residuos, su estado, las formas de emisión y las

condiciones de uso. Además de las operaciones habituales, se han de tener en cuenta las relacionadas con el proceso (almacenamiento, conservación y mantenimiento, limpieza y gestión de residuos).

En la Tabla 1 se encuentra recogida, de forma no exhaustiva, la información útil relativa a los agentes químicos y a las condiciones de trabajo que se deben considerar en la evaluación de los riesgos. La información relativa a la peligrosidad intrínseca de las sustancias o preparados peligrosos comercializados se encuentra en la etiqueta y en la Ficha de Datos de Seguridad (FDS).

Siempre que estén presentes agentes químicos hay que considerar los **principios generales de prevención**, que son:



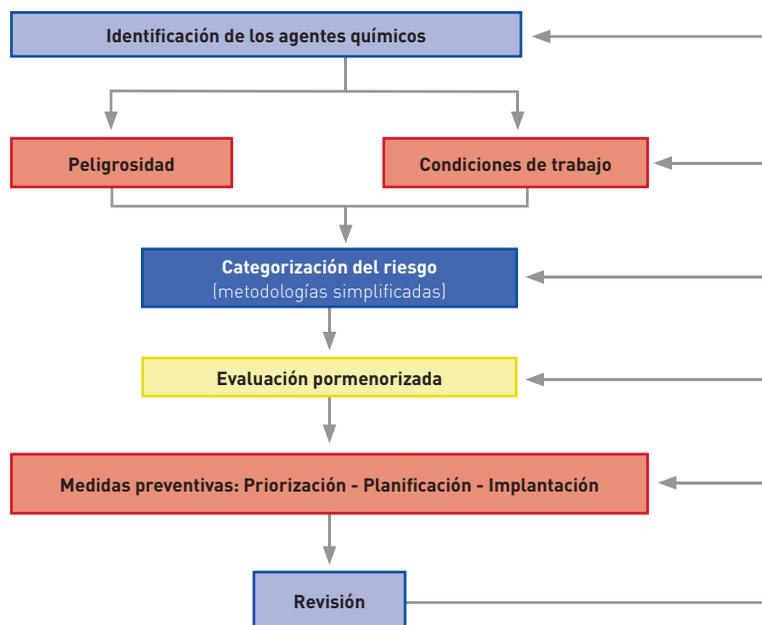
- Concepción y organización de los sistemas de trabajo.
- Equipos de trabajo adecuados.
- Procedimientos de trabajo adecuados y mantenimiento de equipos.
- Medidas de higiene adecuadas.
- Reducción de las cantidades de agentes químicos.
- Reducción al mínimo del número de trabajadores expuestos.
- Reducción al mínimo de la duración e intensidad de la exposición.

Los agentes químicos pueden producir accidentes (incendios, explosiones o reacciones químicas peligrosas) o daños para la salud derivados de la exposición (inhalación, dérmica y contacto con piel y ojos, etc.) (1) y que pueden derivar a corto o largo plazo en enfermedades

■ **Tabla 1** ■ Información para la evaluación del riesgo químico

Información de los agentes químicos	Condiciones de trabajo
Propiedades físico-químicas	Proceso de producción, procedimientos y tareas de trabajo
Propiedades toxicológicas	Cantidad utilizada
Efectos para la salud	Forma en la que se emplea o está presente en el lugar de trabajo (aerosol, gas o vapor)
Valores límite ambientales y biológicos	Configuración del lugar de trabajo
Vías de penetración	Medidas de prevención y de protección (eficacia y suficiencia)
Etc	Fuentes de emisión
	Trabajadores expuestos
	Periodos y tiempo de exposición
	Carga de trabajo
	Etc

■ Figura 1 ■ Esquema de las etapas para la prevención del riesgo químico



profesionales [2]. Por lo tanto, los riesgos a evaluar son todos los derivados de la presencia de agentes químicos peligrosos (con o sin exposición al mismo).

No existe un método de evaluación general, sino que para cada tipo de riesgo es necesario aplicar un método específico. En este artículo se van a tratar los métodos de evaluación que se utilizan en el campo de la Higiene Industrial, es decir, los métodos para evaluar la exposición a agentes químicos. Como se verá, el proceso de evaluación se puede abordar utilizando **métodos simplificados**, objeto de este artículo, o **métodos detallados** (norma UNE-EN 689) [3]. Existen casos en los que puede ser suficiente la aplicación de un método simplificado y otros en los que directamente es necesario aplicar un método más detallado, como puede ser el caso de los cancerígenos o mutágenos [1,4].

Cuando en el lugar de trabajo están presentes un gran número de agentes químicos es útil realizar una etapa previa de **“screening”** que filtre las situaciones

inaceptables que requieren la adopción inmediata de medidas y establezca el orden de prioridad para la evaluación posterior. Además, se pueden diferenciar los grupos de riesgo homogéneo (por agentes químicos, zona de trabajo o línea de producción), que requieren una evaluación prioritaria, de aquellos grupos para los que el riesgo es bajo.

De la **evaluación** se obtiene la información necesaria para decidir si hay que tomar **medidas preventivas** y de qué tipo.

En la Figura 1 [5] se representan de modo esquemático los pasos a seguir para reducir el riesgo relacionado con los agentes químicos.

Tipos de evaluación del riesgo químico

En general, los tipos de evaluación del riesgo químico para la salud se pueden clasificar en tres grupos, de manera que se aplicarán de forma independiente o

conjunta, a criterio del técnico, en función de la naturaleza y magnitud del problema:

1. **Evaluación de “screening”** (opcional) o de **jerarquización** para establecer un nivel de prioridad. Permite:

- Elaborar un plan de acción según las prioridades de los riesgos para la salud.
- Puntuar los peligros a partir de las frases R.
- Estimar las condiciones de trabajo y las medidas preventivas adoptadas.
- Jerarquizar en distintos niveles de riesgo.
- Detectar las situaciones inaceptables para proceder a su corrección.

2. **Evaluación semicuantitativa** para determinación del nivel de riesgo. Permite:

- Determinar, en ciertos casos, el riesgo para la salud y concluir la evaluación.
- Precisar las situaciones:
 - Aceptables.
 - Mejorables, que requieren generalmente una evaluación más detallada.
 - Inaceptables, que necesitan acciones correctivas.

Estos dos primeros grupos forman parte de los denominados métodos simplificados y pueden ser útiles en la evaluación de puestos de trabajo en actividades tales como: mantenimiento, gasolineras, peluquería, limpieza de oficinas, situaciones de emergencia (fugas),

carga y descarga de productos químicos, recogida de productos derramados, actividades que no forman parte del conjunto de las operaciones laborales normales, etc, ya que las tareas que se realizan no requieren, generalmente, una evaluación con medición ambiental.

3. **Evaluación cuantitativa**, con una metodología y estrategia establecidas, para su comparación con los valores límite de referencia (6). Permite:

- Determinar el nivel de riesgo para la salud y concluir la evaluación.
- Validar resultados de etapas precedentes, si fuese necesario.
- Dar respuesta a exigencias legales.

Para los agentes químicos cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción (C/M/R) y los de acción sensibilizante la evaluación cuantitativa es obligada, según la Guía de agentes químicos, y en todo caso hay que cumplir con la legislación (1,4).

La evaluación simplificada del riesgo químico

Los métodos simplificados de evaluación constituyen una primera aproximación al procedimiento de evaluación y permiten:

- Concluir la evaluación en los casos sencillos.
- Establecer o mejorar las medidas preventivas, después de lo cual habría que volver a evaluar.
- Filtrar tareas, puestos o agentes químicos que requieren un estudio pormenorizado y un seguimiento posterior.



Se pueden aplicar cuando las tareas con agentes químicos y las condiciones de uso sean sencillas y repetitivas, dando por finalizada la evaluación si el técnico puede concluir que el nivel de riesgo es bajo. En los casos más complejos se aplicará como un procedimiento de filtro para fijar la atención en situaciones y agentes químicos que requieren un estudio pormenorizado.

Cualquier método de evaluación del riesgo químico simplificado, aplicado ya sea a un producto o a la realización de una tarea, implica la consideración simultánea del peligro intrínseco de la sustancia y del nivel de exposición al que dé lugar. La parte común, entre las zonas de peligro y la de desarrollo de tareas por parte del trabajador, es la que conduce a la situación peligrosa o a la exposición cuyo riesgo estará en función directa de la intensidad y duración de ésta.

Una evaluación simplificada, antes de decidir si medir o no, puede realizarse en dos etapas, la primera, de "screening", opcional si se realiza la segunda, que se-

ría de carácter semicuantitativo. Ambas han de ser muy sencillas según un principio de puntuación por rangos de peligro y de condiciones de exposición.

Estas metodologías están diseñadas para ser un instrumento fácil de usar, en especial en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas (pymes) y dar cumplimiento, en algunos casos, a las obligaciones del empresario en el contexto regulador. No son una alternativa a la evaluación pormenorizada y efectúan un primer diagnóstico de la situación a evaluar. Algunas ofrecen orientaciones sobre el tipo de medida a implementar, según el nivel de riesgo y del tipo de operación o proceso evaluado. En cualquier caso, se aconseja que la utilice un higienista experimentado y consciente de las limitaciones del modelo, ya que su aplicación no exime de cumplir la legislación.

Existen dos métodos simplificados que merecen especial atención: uno basado en el del Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido, denominado *COSHH Essentials* (7), y el del Institut Na-

Tabla 2 Clases de peligro en función del etiquetado, los valores límite de exposición y la naturaleza de los agentes químicos

Clase de peligro	Frases de riesgo	Pictograma	VLAs mg/m ³	Naturaleza del agente químico
1	Ninguna	Ninguno	> 100	
2	R36, R37, R38, R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38, R66	 Xi Irritante	10 - 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito / Material de construcción / Talco / Cemento / Composites / Madera de combustión tratada / Soldadura / Metal-Plástico / Vulcanización / Material vegetal-animal
3	R20, R21, R22, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R33, R34, R40, R42, R43, R42/43, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R62, R63, R64, R65, R67, R68	 Xn Nocivo  C Corrosivo	1 - < 10	Soldadura inox / Fibras cerámicas-vegetales / Pinturas de plomo / Mueles / Arenas / Aceites de corte y refrigerantes.
4	R15/29, R23, R24, R25, R29, R31, R23/24, R23/25, R24/25, R23/24/25, R35, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R41, R45, R46, R49, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25, R60, R61	 T Tóxico  C Corrosivo	> 0,1 - < 1	Madera y derivados / Plomo metálico / Amianto y materiales que lo contienen / Fundición y afinaje de plomo / Betunes y breas / Gasolina (carburantel).
5	R26, R27, R28, R32, R26/27, R26/28, R27/28, R26/27/28, R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28	 T+ Muy Tóxico	< 0,1	

Figura 2 Esquema para la jerarquización de riesgos potenciales



En este artículo se tratará el método francés porque es el más completo de los simplificados, ya que incluye las etapas de jerarquización y de evaluación y tiene en cuenta un mayor número de parámetros que el resto, tales como los tipos de procedimiento y ventilación.

Metodología de evaluación simplificada del riesgo químico del Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS)

La metodología simplificada de evaluación de agentes químicos consta de tres fases:

1. Inventario de productos químicos y materiales utilizados.

tional de Recherche et de Sécurité (INRS) [8] de Francia. El primero está descrito en la Guía práctica de la Comisión Europea para la Directiva sobre agentes químicos y en la NTP 750 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INS-

HT) [9]. En lo que respecta al INRS, este organismo ha desarrollado una metodología de evaluación simplificada para los riesgos de exposición por inhalación, de contacto cutáneo, de incendio-exposición y de impacto medioambiental.

Tabla 3 ■ Cálculo de la clase de cantidad

Clase de cantidad	Q_i / Q_{max}
1	< 1%
2	1 - 5%
3	5 - 12%
4	12 - 33%
5	33 - 100%

Tabla 4 ■ Clases según la frecuencia de utilización

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	< 30'	30 - 120'	2 - 6 horas	> 6 horas
Semana	< 2 horas	2 - 8 horas	1 - 3 días	> 3 días
Mes	< 1 día	1 - 6 días	6 - 15 días	> 15 días
Año	< 5 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 una año. El agente químico no se usa más.			

- Jerarquización de riesgos potenciales o "screening".
- Evaluación de riesgos.

A continuación se detalla cada una de las tres etapas.

1. Inventario de productos.

En esta etapa se recoge información sobre todos los productos químicos, de la forma más exhaustiva posible. Interesa conocer los siguientes datos:

- Referencia o nombre del producto.
- Cantidad utilizada.
- Frecuencia de utilización.
- Zona de trabajo donde se utiliza.
- Información de la etiqueta (pictogramas, frases de riesgo...)
- Información de la ficha de datos de seguridad (peligros, propiedades físico-químicas...)

2. Jerarquización de riesgos potenciales.

Cuando en una empresa están presentes una gran cantidad de agentes químicos, es necesario establecer priori-

dades de actuación. Por ello, el INRS propone en esta segunda etapa realizar una jerarquización en función de los peligros y de la exposición potencial. Los peligros se determinan a partir de las frases R, mientras que la exposición potencial se calcula a partir de la cantidad utilizada y la frecuencia de utilización. Con estos parámetros se calcula el riesgo potencial, para luego establecer prioridades de evaluación por grupos de riesgo homogéneo y afrontar de forma organizada la fase de evaluación de riesgos propiamente dicha.

El método considera a estos grupos como un conjunto de personas, puestos o tareas con riesgo similar y no se deben confundir con los Grupos de Exposición Homogénea (GEH) de la norma UNE-EN 689 [3]. Se pueden establecer por agente químico, por zona de trabajo y por línea de producción.

En un apartado posterior, dedicado a la jerarquización de riesgos potenciales, se explica cómo llevar a cabo esta etapa.

3. Evaluación de riesgos.

Aunque la metodología de evaluación simplificada del INRS abarca también otros riesgos, este artículo se va a centrar en la sistemática de evaluación del riesgo por inhalación y contacto con la piel de los agentes químicos.

En esta etapa se evalúan de forma simplificada los riesgos siguiendo el orden establecido en la jerarquización y teniendo en cuenta los siguientes parámetros en el caso de riesgo por inhalación:

- Los peligros de los agentes químicos.
- Las propiedades físico-químicas (estado físico, volatilidad...).
- Las condiciones de uso (tipo de procedimiento, temperatura...).
- Las medidas de control (ventilación).

Si se trata del riesgo de contacto con la piel, los parámetros a considerar son:

- Peligro del agente químico.
- Superficie del cuerpo expuesta.
- Frecuencia.

Para cada uno de los parámetros se han establecido una serie de clases que reciben una puntuación. Combinando todas las puntuaciones se obtiene una puntuación global para el riesgo, en función de la cual se llega a alguna de las siguientes conclusiones:

- Riesgo a priori bajo: no son necesarias modificaciones.

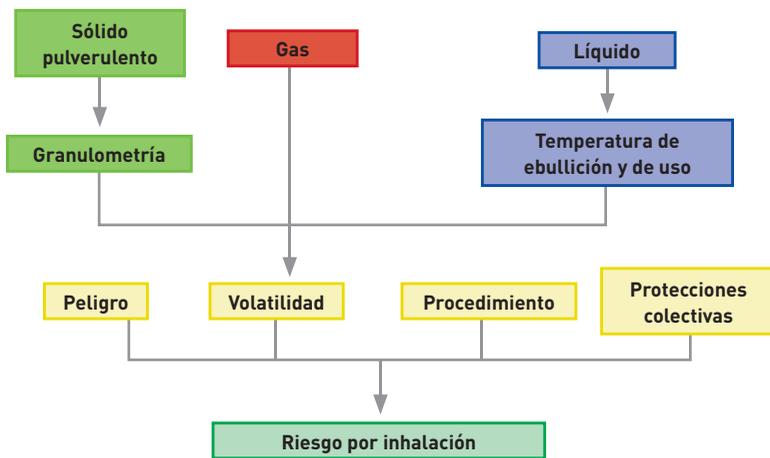
Tabla 5 ■ **Determinación de las clases de exposición potencial a partir de la clase de cantidad y la clase de frecuencia**

Clase de cantidad						Clase de frecuencia
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 6 ■ **Puntuación del riesgo potencial**

Clase de exposición potencial						Clase de peligro
5	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	
4	30	300	3.000	30.000	300.000	
3	10	100	1.000	10.000	100.000	
2	3	30	300	3.000	30.000	
1	1	10	100	1.000	10.000	
	1	2	3	4	5	

Figura 3 ■ **Esquema para la evaluación del riesgo por inhalación**



almacenamiento temporal de residuos, etc.).

Para determinar el riesgo potencial es necesario, a partir del nombre del producto químico, la etiqueta y la Ficha de Datos de Seguridad (FDS), estimar el peligro, y de la cantidad utilizada y la frecuencia para cada lugar de utilización, la exposición potencial. La jerarquización se hace según el esquema de la Figura 2 (página 32).

La determinación de la **clase de peligro** se hace a partir de las frases R de la FDS o de la etiqueta. En el caso de que las frases R de un producto químico den lugar a distintas clases de peligro, se elegirá la clase de peligro más elevada.

Cuando un producto no tiene asignadas frases R, la atribución a una clase de peligro u otra se puede hacer a partir de los valores límite de exposición expresados en mg/m³. Para los materiales comercializados no sujetos a la normativa de etiquetado, como son la madera, aleaciones, electrodos, etc., la clase de peligro se establece en función del agente químico emitido por el proceso.

En la Tabla 2 (página 32) se muestran las cinco clases de peligro y los criterios para asignar los agentes químicos dentro de las mismas. La peligrosidad se incrementa a medida que aumenta la clase de peligro, así, la clase 1 corresponde a los

- Riesgo moderado: hay que tomar medidas correctoras y realizar una evaluación detallada (con mediciones).
- Riesgo probablemente muy elevado: medidas correctoras inmediatas.

A nuestro juicio, en el caso de riesgo moderado, después de tomar medidas habría que volver a evaluar antes de decidir si realizar o no mediciones.

Para facilitar todo este proceso de evaluación simplificada del riesgo, se

han desarrollado una serie de aplicaciones informáticas basadas en Excel, como son: CLARICE, OSER, OPER@, GERC (10) y Evarist, disponibles en francés.

Jerarquización de riesgos potenciales

En esta etapa se clasifican, en función del riesgo potencial y a partir del peligro y de la exposición potencial, los agentes químicos y/o los talleres, entendiendo como tales los locales o zonas de trabajo considerados como independientes (almacén, zonas de producción, lugares de

■ **Tabla 7** ■ Establecimiento de prioridades en función de la puntuación del riesgo potencial por producto

Puntuación	Prioridad
> 10.000	Fuerte
100 - 10.000	Media
< 100	Baja

■ **Tabla 8** ■ Puntuación para cada clase de peligro

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

productos menos peligrosos, mientras que en la clase 5 están los productos más perjudiciales para la salud.

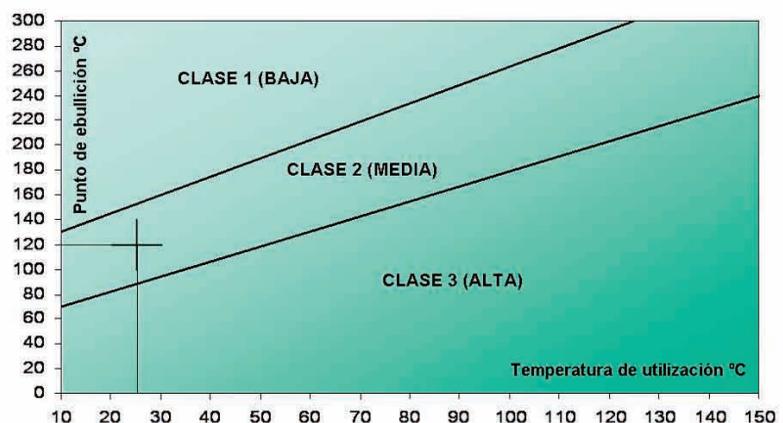
Para determinar el riesgo potencial, aparte de la clase de peligro, hay que conocer la exposición potencial. Para su cálculo se utilizan dos variables, la cantidad y la frecuencia de utilización.

La **clase de cantidad** se calcula con el índice $Q_i/Q_{m\acute{a}x}$ que resulta de dividir la cantidad consumida de agente químico (Q_i) por la cantidad correspondiente al agente químico que tiene un mayor consumo ($Q_{m\acute{a}x}$). La referencia temporal puede ser diaria, semanal, mensual, anual, etc. El criterio para asignar un producto químico a una de las cinco clases de cantidad está en la Tabla 3 (página 33).

La **clase de frecuencia** de utilización se determina según los parámetros de la Tabla 4 (página 33) y teniendo en cuenta la misma referencia temporal que para la clase de cantidad. Existen cuatro clases de frecuencia de utilización, en función de que el uso del producto químico sea ocasional, intermitente, frecuente o permanente.

La **exposición potencial** se determina combinando las clases de cantidad y de frecuencia de utilización. Tal y como se aprecia en la Tabla 5, estas combinaciones dan lugar a cinco clases de exposición potencial.

■ **Figura 4** ■ Establecimiento de las clases de volatilidad para líquidos



Un punto de ebullición de 120° C y una temperatura de uso de 25° C dan una volatilidad de Clase 2

Con los datos obtenidos hasta ahora ya es posible calcular el riesgo potencial que resulta de la combinación de las clases de peligro y de exposición potencial, tal y como se muestra en la Tabla 6. A partir del riesgo potencial se establecen las prioridades siguiendo los criterios de la Tabla 7.

La jerarquización permite clasificar los agentes químicos peligrosos y los talleres que necesitan una actuación prioritaria. Cuando la puntuación del riesgo potencial es la misma para dos agentes químicos, la prioridad se establecerá en

función del que tiene la clase de peligro más alta.

Las puntuaciones obtenidas para los distintos agentes químicos se pueden sumar por talleres obteniendo una puntuación global que permite destacar el taller con un nivel de riesgo potencial de exposición más alto y centrar, a su vez, la atención en los agentes químicos que tienen mayor puntuación.

Si las puntuaciones de los agentes químicos se ordenan en orden decreciente y se calcula el índice parcial acu-

Tabla 9 ■ **Determinación de la clase de volatilidad para los materiales sólidos**

Descripción del material sólido	Clase de volatilidad
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 o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación.	1

Tabla 10 ■ **Puntuación atribuida a cada clase de volatilidad**

Clase de volatilidad	Puntuación de Volatilidad
3	100
2	10
1	1

mulado, expresado en porcentaje del total, este índice permite dejar fuera los agentes químicos que no aporten un porcentaje significativo al índice global y así, de una forma práctica, a nuestro criterio, se podría prescindir, en la mayoría de casos, de los que en su conjunto aporten apenas un 20%, salvo los que estén regulados por una legislación específica.

Como se puede apreciar, la jerarquización se hace en función de parámetros que se pueden obtener fácilmente y constituye una buena ayuda para abordar la evaluación de forma planificada y centrada en los riesgos más importantes.

Evaluación del riesgo por inhalación

La evaluación del riesgo por inhalación de agentes químicos se realiza a partir de las variables reflejadas en la Figura 3 (página 34). Para cada variable se establecen unas clases y una puntuación asociada a cada clase. La puntuación del riesgo se hace a partir de estas cuatro variables: peligro, volatilidad, procedimiento y protecciones colectivas.

Las **clases de peligro** se establecen del mismo modo que en la etapa de jerarquización (Tabla 2, página 32). Cada clase se puntúa de acuerdo con lo indicado en la Tabla 8 (página 35).

La **clase de volatilidad** se establece en función del estado físico.

Para los sólidos se establecen tres clases de volatilidad en función de los criterios recogidos en la Tabla 9. Para los líquidos existen también tres clases de volatilidad en función de la temperatura de ebullición y la temperatura de utilización del agente químico, siguiendo lo indicado en la Figura 4 (página 35). A los gases se les atribuye siempre una clase de volatilidad 3. La clase de volatilidad asignada a cada agente químico se puntúa siguiendo el criterio de la Tabla 10.

Otro de los parámetros que hay que considerar en la evaluación es el procedimiento utilizado con el agente químico. Se establecen cuatro **clases de procedimientos**: dispersivo, abierto, cerrado con aperturas regulares y cerrado permanentemente. En la Figura 5 se dan algunos ejemplos de estos sistemas y el criterio para asignar la clase de procedimiento y su correspondiente puntuación.

En función de la **protección colectiva** utilizada, se establecen cuatro clases que se puntúan de acuerdo con lo indicado en la Figura 6.

Una vez que se han determinado las clases de peligro, de volatilidad, de procedimiento y de protección colectiva y que se han puntuado de acuerdo con los criterios anteriormente indicados, se calcula la puntuación del riesgo por

inhalación (P_{inh}) aplicando la siguiente fórmula:

$$P_{inh} = \text{Puntuación peligro} \times \text{Puntuación volatilidad} \times \text{Puntuación procedimiento} \times \text{Puntuación protección colectiva}$$

Con esa puntuación se hace la caracterización del riesgo utilizando la Tabla 11 (página 38).

El resultado esperado de su aplicación a un caso de una exposición continua por inhalación de partículas de madera cancerígenas sería un nivel de riesgo que exige una intervención inmediata, mientras que en la aplicación de cola que contiene tolueno en forma discontinua, la exposición corta e infrecuente a fibras refractarias o el empleo de tricloroetileno líquido en máquina con extracción localizada, puede dar lugar en la evaluación a una situación de riesgo importante.

Evaluación del riesgo de contacto con la piel

La evaluación del riesgo de contacto con la piel de agentes químicos se realiza a partir de las variables indicadas en la Figura 7. Para cada variable se establecen unas clases y una puntuación asociada a cada clase. La puntuación del riesgo se hace a partir de estas tres variables: peligro, superficie del cuerpo expuesta y frecuencia.

■ **Figura 5** ■ **Determinación de la clase de procedimiento y puntuación para cada clase**

Dispersivo	Abierto	Cerrado/ abierto regularmente	Cerrado permanente
Ejemplos. Pintura a pistola, Taladro, muela, Vaciado de sacos a mano, cubos... Soldadura al arco, Limpieza con trapos, Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)	Ejemplos. Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (tanques, bidones...); Mantener y vigilar máquinas de impresión...	Ejemplos. Reactor cerrado con targas regulares de aportes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...	Ejemplos. Reactor químico...
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

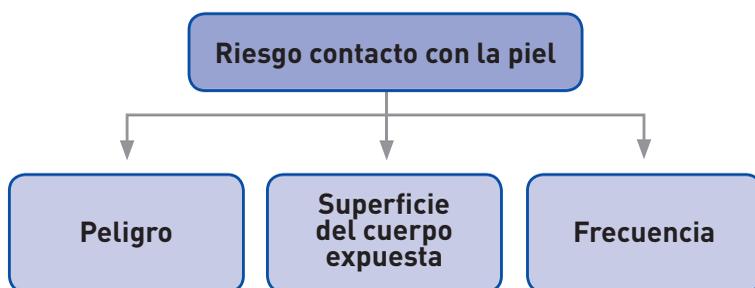
Fuente: INRS (8).

■ **Figura 6** ■ **Determinación de las clases de protección colectiva y puntuación para cada clase**

Clase 4 Puntuación = 1	Clase 3, puntuación = 0,7	
Clase 2, puntuación = 0,1		
Clase 2, puntuación = 0,1	Clase 1 Puntuación = 0,001	

Fuente: INRS (8).

■ **Figura 7** ■ **Esquema para la evaluación del riesgo de contacto con la piel**



Las **clases de peligro** se establecen del mismo modo que en la etapa de jerarquización (Tabla 2, página 32). Cada clase se puntúa de acuerdo con lo ya indicado en la Tabla 8 (página 35).

Según sea la parte de la **superficie corporal** expuesta se consideran cuatro tipos con una puntuación dada en la Tabla 12 (página 38).

La **clase de frecuencia** de utilización se determina según los parámetros de la Tabla 13 (página 39). Existen cuatro clases de frecuencia de utilización en

función de que el uso del producto químico sea ocasional, intermitente, frecuente o permanente.

Una vez que se han determinado las clases de peligro, de superficie expuesta y de frecuencia y que se han puntuado de acuerdo con los criterios anteriormente indicados, se calcula la puntuación del riesgo de contacto con la piel (P_{piel}) aplicando la siguiente fórmula:

P_{piel} = Puntuación peligro x Puntuación superficie x Puntuación frecuencia.

Con esa puntuación se hace la caracterización del riesgo utilizando la Tabla 11 (página 38).

Ventajas e inconvenientes en la aplicación de los métodos simplificados de evaluación

En la aplicación de los métodos simplificados se deben tener en cuenta las ventajas y sus limitaciones.

Entre los **aspectos positivos** cabe destacar:

- Sencilla comprensión y aplicación, ya que utilizan una información fácilmente obtenible y fiable.
- Rangos amplios en las variables estudiadas.
- Útiles para pymes.
- Permiten seleccionar un pequeño grupo de todos los agentes químicos inventariados de riesgo potencial significativo y abordar su estudio posterior de una forma más detallada.

Tabla 11 ■ Caracterización del riesgo por inhalación /contacto con la piel

Inhalación = Peligro x Volatilidad x Procedimiento x Protección colectiva

Contacto con la piel = Peligro x Superficie x Frecuencia

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probable muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
100 - 1.000	2	Riesgo moderado. Es probable que necesite medidas correctivas y una evaluación más detallada
< 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Tabla 12 ■ Determinación de las clases de superficie expuesta y puntuación para cada clase

Superficies expuestas	Puntuación de superficie
• Una Mano	1
• Dos manos • Una mano + antebrazo	2
• Dos manos + antebrazo • Brazo completo	3
• Superficie comprende miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas	10

- Pueden facilitar la elección del método a seguir cuando sea necesaria la determinación cuantitativa. Así, en el caso de haber seguido el método y de que sea necesario muestrear un agente, pero del análisis de las condiciones se sospeche fundamentalmente que no está presente y, si lo está, en cantidades no significativas, se puede emplear un método de lectura directa sin efectuar un muestreo personal o realizar mediciones en el caso más desfavorable (3).

Entre las **limitaciones** se pueden destacar:

- No sirven para evaluar agentes químicos con efectos aditivos.
- No consideran los tiempos de exposición.
- No indican cómo evaluar la vía dérmica.
- En caso de existir medidas de protección individual y colectiva, o no las consideran o no se evalúa, caso por caso, la eficacia y suficiencia de las mismas.

Entre los métodos simplificados, el del **INRS** que se ha expuesto presenta ciertas **peculiaridades**:

- Establece niveles de peligro no sólo teniendo en cuenta las frases R, sino que considera, en ausencia de éstas, los valores límite y los agentes químicos emitidos en un proceso.
- Tiene en cuenta el tipo de procedimiento y también la ventilación, aunque no considere otras medidas de protección colectiva.
- Propone un método para evaluar el contacto con la piel en función del peligro, la superficie del cuerpo expuesta y la frecuencia de exposición.

Conclusiones

La aplicación de métodos simplificados puede ser suficiente en muchas evaluaciones del riesgo químico para la salud, sin necesidad de recurrir a estudios pormenorizados que supongan una evaluación cuantitativa de la exposición. Se puede usar en pymes, en particular para evaluar los riesgos de gran cantidad de profesiones y tareas cuando la forma en que se manipulan los agentes

químicos y las medidas de control adoptadas estén bien definidas y, en especial, si se tiene información anterior y experiencia sobre cómo tener los riesgos controlados.

En el resto de los casos su aplicación servirá para seleccionar los agentes químicos, tareas o lugares de trabajo que requieran un estudio en profundidad, estableciendo previamente las medidas preventivas necesarias y facilitando así la labor posterior.

Se trata de metodologías muy sencillas y de cuyos resultados un técnico experimentado en evaluaciones de este tipo puede justificar sobradamente su diagnóstico y conclusiones y argumentar la necesidad o no de efectuar un estudio en profundidad posterior.

Estos métodos simplificados son de aproximación, por lo que las puntuaciones que se obtienen tienen un carácter orientativo y en ellos la experiencia del evaluador juega un papel fundamental. En cualquier caso, su aplicación se limita a casos concretos y no pueden competir con los procedimientos de evaluación de la exposición validados y que implican una estrategia de muestreo.

El riesgo de contacto con la piel se trata de forma sencilla, considerando el posible efecto del agente químico por la intensidad y naturaleza del mismo, y de la extensión del contacto. Este riesgo se puede estudiar de una forma más completa utilizando herramientas tales como el Riskofderm [11].

Consideraciones finales

Sería conveniente que, en lo sucesivo, se siguiese una metodología común para la evaluación de riesgos de casos y circunstancias que permitan la aplicación de estos métodos simplificados y facilitar, así, no sólo el seguimiento de una planificación preventiva eficaz sino el disponer con el tiempo de una sólida base de datos y de la evolución de las condiciones de trabajo que se vayan produciendo, de manera que se

mejore, día a día, la gestión preventiva y su control. Así, en un futuro próximo se podrá llegar a conclusiones realistas acerca del estado del riesgo químico en el ámbito nacional, estableciendo y confirmando, a partir de estudios estadísticos de multivariantes por contraste de hipótesis, la igualdad de poblaciones expuestas.

Finalmente, la implantación del REACH conducirá a una FDS más completa en cuanto al riesgo químico, al incluir los escenarios previsible y las medidas de control a adoptar, y que ayudará a la aplicación de estos métodos y, en definitiva, a la evaluación del riesgo químico o de la exposición, así como a aplicar las medidas de gestión preventiva oportunas [12].

■ **Tabla 13** ■ Clases según la frecuencia de exposición

Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia
Ocasional: < 30 min / día	1
Intermitente: 30 min - 2 h / día	2
Frecuente: 2h - 6 h / día	5
Permanente: > 6 h / día	10

■ Bibliografía ■

- (1) 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. BOE nº 104, de 1 de mayo de 2001, y Guía Técnica del INSHT.
- (2) Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. BOE nº 302, de 19 de diciembre de 2006.
- (3) Norma UNE-EN 689:1996. Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición. AENOR 1996.
- (4) Real Decreto 665/1997 (modificado por Real Decreto 1124/2000 y Real Decreto 349/2003), de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a cancerígenos o mutágenos durante el trabajo. BOE nº 124, de 24 de mayo de 1997, y Guía Técnica del INSHT.
- (5) Directrices prácticas de carácter no obligatorio sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos en el trabajo (Artículos. 3, 4 y 6 y punto I del anexo II de la Directiva 98/24/CE). Comisión Europea, junio 2005. <http://www.bookshop.europa.eu/>
- (6) *Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2008*. INSHT.
- (7) *Control of substances hazardous to Health-COSHH Essentials*. Health and Safety Executive (HSE). <http://www.coshh-essentials.org.uk/>
- (8) *ND 2233-200-05 Méthodologie d'évaluation simplifiée du risque chimique*. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). <http://www.inrs.fr/>
- (9) NTP 750 Evaluación del riesgo por exposición inhalatoria de agentes químicos. Metodología simplificada. INSHT
- (10) *Risque chimique (Dossier) Septembre 2008*. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). <http://www.inrs.fr/>
- (11) Riskofderm. *Toolkit for Assessment and Management of Risks from Occupational Dermal Exposure to Hazardous Substances*. <http://product-testing.eurofins.com/services/research--development/projects-on-skin-exposure-and-protection/riskofderm---skin-exposure-and-risk-assessment/download-of-riskofderm-toolkit.aspx>
- (12) REACH *Risk Management Measures*. Listing of sources available to help develop risk management measures for occupational exposures. www.cefic.org/ <http://www.cefic.org/files/downloads/Guidance%20on%20REACH%20-%20Dec%202007.pdf>