

## NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial



Industrial Hygiene Exposure Limits  
Valeurs limites en Higiène Industrielle

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### Redactores:

José Bartual Sánchez  
Dr. en Ciencias Químicas

Xavier Guardino Solá  
Dr. en Ciencias Químicas  
Ingeniero Químico IQS

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

*La acción preventiva primaria que es propia de la Higiene Industrial se vería enormemente dificultada si no se dispusiera de criterios para evaluar la situación, es decir, de referencias con las que comparar la calidad ambiental de una situación determinada para opinar sobre la misma y decidir, en su caso, las medidas preventivas que es más adecuado poner en práctica. Aunque no debe confundirse un criterio de valoración con una reglamentación de carácter administrativo, en la práctica, y especialmente en nuestro país, coexisten criterios de evaluación de carácter científico y finalidad orientativa y normas administrativas concretas para determinados contaminantes.*

### Conceptos generales

En Higiene Industrial se entiende por **Criterio de Valoración** la norma con la que comparar los resultados obtenidos al estudiar un ambiente de trabajo, para tener información del riesgo que para la salud puede entrañar el mismo. La norma puede ser tanto un reglamento o legislación que hay que cumplir, como una información estrictamente técnica de reconocida solvencia que se utiliza como referencia.

Cuando se procede a la evaluación de contaminantes en un lugar de trabajo se obtienen unos valores numéricos que suelen expresar las concentraciones presentes de aquéllos. Estos datos, junto con el tiempo durante el cual las personas se hallan en contacto con estos contaminantes configuran lo que se entiende por exposición. En ciertos casos deben ser tenidos en cuenta otros datos complementarios como son el tipo de trabajo, hábitos personales, etc. La comparación de la exposición al contaminante con lo propuesto en el criterio de valoración define el riesgo para la salud según este propio criterio de valoración.

El establecimiento de los valores que se proponen en el criterio de valoración se basa en información obtenida a partir de estudios epidemiológicos, estudios toxicológicos experimentales con animales, especulaciones químico-toxicológicas y ensayos con voluntarios en casos en que se miden efectos tóxicos menores. El diseño y la aplicación de un criterio de valoración implica la definición de dos cuestiones básicas relacionadas entre sí: qué efecto máximo sobre la salud se establece como "admisible" y qué porcentaje de la teórica población expuesta se está realmente protegiendo con dicho establecimiento, teniendo en cuenta las diferentes respuestas que para distintas personas provoca una misma exposición a un contaminante. La concreción de estos aspectos sentará las bases para la definición del criterio de valoración.

El efecto máximo permisible sobre la salud que se admite cuando se establece el criterio implica un valor de dosis máxima tolerable o admisible. Una vez se dispone de este valor, y habiendo definido unas condiciones de trabajo estandarizadas, se proponen unos valores límites ambientales estimados a través de la relación entre concentración ambiental y dosis. Los valores límites ambientales que se definen en un criterio de valoración pueden enfocarse básicamente desde dos puntos de vista: como unos valores máximos que no deben sobrepasarse en ningún momento, conocidos como valores techo, o bien como unos valores promedio máximos permisibles de exposición a lo largo de un tiempo, por ejemplo 8 horas/día, 40 horas/semana, 1 mes, 1 año o toda una vida laboral.

El hecho de que los criterios de valoración utilicen uno u otro enfoque para su definición es importante, entre otros aspectos, por la incidencia que ello tendrá en el planteo de la evaluación ambiental de los contaminantes. En la práctica existen criterios que utilizan el primer punto de vista, otros que utilizan el segundo, con limitaciones para evitar que se admitan valores muy altos de concentración para cortos espacios de tiempo, y otros que utilizan ambos de manera complementaria según las características de cada contaminante.

Los criterios de valoración, excepto en aquellos casos en que se trate de reglamentos que deben cumplirse, deben tomarse como una referencia orientativa de la medida efectuada. Nunca deben considerarse como una frontera entre condiciones seguras y peligrosas y cuando se proceda a su aplicación deberán tenerse siempre en cuenta los factores que puedan modificar la exposición real al contaminante.

Los valores admisibles de concentraciones ambientales de los diferentes países sólo coinciden en parte, debido a que su definición no corresponde a criterios semejantes. En líneas generales, la fijación de concentraciones admisibles de contaminantes químicos en aire ha seguido dos tendencias principales, representadas por los criterios adoptados en USA y en la URSS. Independientemente de la consideración de factores tecnológicos y económicos en el establecimiento de algunos de los valores límites ambientales en USA y que apenas tiene reflejo en los valores adoptados en la URSS, existen discrepancias entre los criterios básicos que sustentan los valores adoptados en ambos países. Estas discrepancias se concretan en tres puntos:

Los valores de la URSS corresponden a un criterio de Concentración Máxima Permissible (CMP ó MAC, según las siglas inglesas), mientras que los valores de USA son mayoritariamente tipo Concentración Promedio Máxima Permissible para un tiempo de 8 horas (CPMP ó Concentraciones TWA).

En la definición de los valores de la URSS no se admite ninguna posibilidad de efecto desfavorable, en cambio los de USA, y concretamente en los TLV de la ACGIH, que son los más conocidos, se acepta la posibilidad de un efecto desfavorable para la salud e, incluso, que llegue a contraerse una enfermedad por parte de los trabajadores que por sus circunstancias fisiológicas se aparten del conjunto de la población laboral.

Según la información disponible, sólo en una pequeña parte de los valores de la URSS se ha considerado como dato fundamental el suministrado por encuestas epidemiológicas, mientras que para la mayoría se han fijado por extrapolación al hombre de valores experimentales obtenidos en animales e "in vitro", al contrario de lo que ocurre con los valores de USA.

Como consecuencia de todo ello, los valores de la URSS son muy inferiores a los de USA.

## Valores de referencia ambientales en los Estados Unidos

En USA existen tres instituciones que tienen establecidos valores límites para contaminantes químicos en el ambiente de trabajo: la "Occupational Safety and Health Administration" (OSHA), el "National Institute for Occupational Safety and Health" (NIOSH) y la "American Conference of Governmental Industrial Hygienists" (ACGIH).

La **OSHA** es el órgano de la Administración federal con competencia en el establecimiento de normas legales relativas a la prevención de riesgos y promoción de la salud en el ámbito laboral. Los valores que propone la OSHA se denominan "Permissible Exposure Limits" (PEL) y son los únicos que tienen validez desde el punto de vista legal.

El **NIOSH** es una institución dependiente de la Administración federal que, entre otras actividades, desarrolla y revisa periódicamente recomendaciones para límites de exposición a sustancias o condiciones potencialmente peligrosas en el ámbito de trabajo. Estas recomendaciones son publicadas y transmitidas a los Departamentos competentes de la Administración para su empleo en la promulgación de normas legales. Los valores que establece el NIOSH se denominan "Recommended Exposure Limits" (REL) y no tienen valor legal.

La **ACGIH** es una asociación con sede en USA que agrupa a más de 3000 profesionales de la Higiene del Trabajo que desarrollan su labor en instituciones públicas y universidades de todo el mundo. Los valores que establece la ACGIH se denominan "Threshold Limit Values" (TLV) y se basan exclusivamente en criterios científicos de protección de la salud. Estos valores TLV son sólo unos límites recomendados, pero gozan de un elevado prestigio en el mundo de la Higiene Industrial. Normalmente, cuando se citan los valores TLV de USA sin más especificación se está haciendo referencia a los valores propuestos por la ACGIH.

### PEL de la OSHA

Los límites PEL están recogidos en el Título 29 del Código de Reglamentaciones Federales de USA, Parte 1910.1000. En enero de 1989 se aprobó una nueva lista, que cubre unas 600 sustancias, que entró en vigor en septiembre del mismo año, con valores muy parecidos a los del NIOSH y, sobre todo, a los de la ACGIH. La lista de valores límite de exposición permisibles (PEL) incluye:

Los "**Time-Weighted Average**" (**TWA**), definidos como la concentración promedio ponderada para 8 horas que no deberá ser superada en ningún turno de 8 horas para semanas laborales de 40 horas.

Los "**Short-Term Exposure Limit**" (**STEL**), definidos como concentración promediada para períodos de 15 minutos (si no se especifica otro período de tiempo) que no debe superarse en ningún momento de la jornada de trabajo.

Los valores "**Ceiling**" como niveles de concentración que no deben ser superados en ningún momento de la jornada de trabajo. Éstos pueden ser determinados como valores promediados para períodos de 15 minutos en los casos en que no sea factible una medida instantánea. La relación de valores PEL también incluye una notación específica para las sustancias con capacidad de absorción por vía dérmica.

Para el establecimiento de la nueva lista de valores PEL se ha considerado la información publicada con anterioridad y ampliamente aceptada de los REL desarrollados por el NIOSH y los TLV publicados por la ACGIH. Los valores adoptados tienen en cuenta tanto la información médica del riesgo para la salud como la factibilidad tecnológica y económica.

### REL del NIOSH

La lista de valores REL es bastante más reducida que la formada por los valores de la OSHA o de la ACGIH. Los valores REL incluyen dos tipos de límites:

Los **"Time-Weighted Average" (TWA)**, definidos como valores de exposición promediados durante períodos de hasta 10 horas, si no se indica otra duración.

Los **"Ceiling"**, definidos como valores de exposición máxima, con referencia explícita a períodos de 15 minutos o inferiores.

La lista de valores REL incluye notaciones específicas para sustancias cancerígenas y sustancias con capacidad de absorción dérmica.

## **TLV de la ACGIH**

La ACGIH publica anualmente una relación de valores permisibles en el ambiente de trabajo (TLV) para agentes físicos y químicos y unos índices de exposición biológicos (BEI). La propia asociación divulga la información en que se ha basado para proponer dichos valores (Documentation of Threshold Limit Values) siendo su conocimiento imprescindible para su correcta aplicación. Estos valores son sólo unos límites recomendables y como tales deben ser interpretados y aplicados. Se han establecido exclusivamente para la práctica de la Higiene Industrial y la propia ACGIH indica una serie de casos en que no deben ser utilizados.

Los TLV (Valores Límite Umbral) para agentes químicos expresan concentraciones en aire de diversas sustancias por debajo de las cuales la mayoría de los trabajadores pueden exponerse sin sufrir efectos adversos. Se admite que, dada la variabilidad de respuestas individuales, un porcentaje de trabajadores pueda experimentar ligeras molestias ante ciertas sustancias a estas concentraciones, o por debajo de ellas e, incluso en casos raros, puedan verse afectados por agravamiento de dolencias previas o por la aparición de enfermedades profesionales. Debido a los variados efectos que las sustancias químicas pueden provocar en las personas expuestas, se definen diferentes tipos de valores TLV.

### **Tipos de valores TLV**

TLV-TWA. Media ponderada en el tiempo

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos. Este es el tipo más característico, al que se hace referencia habitualmente cuando se cita un valor TLV.

TLV-C. Valor techo

Concentración que no debería ser sobrepasada en ningún instante. La práctica habitual de la higiene admite para su valoración muestreos de 15 minutos excepto para aquellos casos de sustancias que puedan causar irritación inmediata con exposiciones muy cortas.

TLV-STEL. Límites de exposición para cortos periodos de tiempo

Concentración a la que pueden estar expuestos los trabajadores durante un corto espacio de tiempo sin sufrir irritación, daño crónico o irreversible en los tejidos o narcosis importante. No es un límite de exposición separado e independiente, sino un complemento de la media ponderada en el tiempo (TWA). Se define como la exposición media ponderada en el tiempo durante 15 minutos que no debe sobrepasarse en ningún momento de la jornada, aunque la media ponderada en el tiempo durante las ocho horas sea inferior al TLV-TWA. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL no deben tener una duración superior a 15 minutos ni repetirse más de cuatro veces al día. Debe haber por lo menos un período de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de este rango. Puede recomendarse un período de exposición distinto de los 15 minutos cuando ello está avalado por efectos biológicos observados. El número de sustancias con valor STEL asignado ha ido disminuyendo en las últimas ediciones, con lo que el campo de aplicación de este tipo de TLV es cada vez más reducido.

### **Limitación de las desviaciones por encima del TLV-TWA**

Para la mayoría de sustancias que tienen un valor TLV-TWA no existen suficientes datos toxicológicos para garantizar un valor STEL, por lo que se procede a establecer unos límites para las desviaciones o excursiones por encima del valor promedio. Estos límites, basados en estimaciones estadísticas, se fijan mediante la recomendación siguiente: en exposiciones cortas se puede superar tres veces el valor TLV-TWA durante no más de 30 minutos en la jornada y en ningún caso se debe superar cinco veces, suponiendo que no se supere el valor TLV-TWA de la jornada.

### **Otras indicaciones y comentarios de los TLV**

Vía dérmica

Los valores TLV para sustancias químicas son concentraciones en aire establecidas en el supuesto de la entrada de contaminantes en el organismo por vía respiratoria. Cuando para una sustancia se incluye la notación "Vía dérmica" (skin) hace referencia a la contribución potencial, con respecto a la exposición total a ella, que tiene la vía de entrada dérmica que incluye la piel y también mucosas y ojos. Esta observación sobre la posible entrada por vía dérmica es para llamar la atención y sugerir medidas para prevenir la absorción cutánea con objeto de no enmascarar e invalidar los correspondientes TLV.

Mezclas de sustancias

Cuando se hallen presentes dos o más sustancias debe tenerse en cuenta el efecto combinado de ellas. Si no existe información en sentido contrario, los efectos deben considerarse aditivos. En este caso, si la suma de las fracciones  $C_1 / TLV_1 + C_2 / TLV_2 + \dots + C_n / TLV_n$  supera la unidad, se está rebasando el TLV de la mezcla. Si se conocen los efectos de las sustancias y éstos son exclusivamente independientes o locales, se considera que la mezcla supera el TLV cuando por lo menos uno de los componentes rebasa su TLV. Lo expuesto es un argumento más a favor de que deben conocerse correctamente los aspectos toxicológicos de los compuestos estudiados, así como la información en que se ha basado la asignación del valor TLV a cada uno de ellos.

### Sustancias cancerígenas

Las sustancias cancerígenas se clasifican en dos grupos: A1 y A2. El grupo A1 incluye aquellas sustancias cuyo carácter cancerígeno para el hombre está confirmado, mientras que en el grupo A2 se incluyen aquellas consideradas como sospechosas de ser cancerígenas para el hombre.

### Propuestas de modificación

En cada edición de los TLV se incluye, bajo la denominación de "propuestas de modificación", un listado de sustancias para las cuales se propone el TLV por primera vez o para las que se sugiere una modificación de su valor o características asignadas. En la lista de valores adoptados ya se señalan las que tienen propuesta de modificación. Los límites o indicaciones para las sustancias incluidas en este apartado se consideran provisionales y deben permanecer como tales en la lista durante al menos dos años, al cabo de los cuales, y si no surge ninguna evidencia que ponga en duda la validez de estas propuestas, se incluyen en la lista de adoptados.

## Valores de referencia ambientales en la URSS

En la URSS, los valores límites ambientales se encuentran en una publicación conjunta del Instituto de Investigación Sindical de la Seguridad en el Trabajo en la Industria Química y el Instituto de Investigación de Higiene Industrial y Enfermedades Profesionales que lleva por título "Concentraciones máximas permisibles y niveles de exposición seguros provisionales de sustancias nocivas en el medio ambiente". La versión en inglés de la misma ha sido editada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Centre of International Projects, GKNT, Moscú, 1984. Desde el punto de vista legal, las concentraciones máximas permisibles se hallan en concordancia con la norma estándar estatal GOST de 1976 y modificaciones posteriores y los niveles de exposición seguros provisionales establecidos por la Jefatura Médica Sanitaria Estatal en 1977 y 1978.

En dicha publicación, que incluye concentraciones máximas permisibles en el medio ambiente en general, se hace referencia a dos tipos de valores relacionados con la exposición laboral que se comentan a continuación.

### Concentraciones máximas permisibles en el aire de la zona de trabajo

Tienen significado de valor techo y se definen como concentración máxima permisible de una sustancia nociva en el aire de la zona de trabajo que, si no se sobrepasa durante una jornada laboral de 8 horas o cualquier otro período de tiempo no superior a 41 horas a la semana, a lo largo de toda la vida activa de un individuo, no se manifestará ninguna enfermedad o desviación del estado normal de salud detectable por los métodos usuales de investigación médica, tanto durante la vida laboral como con posterioridad y tanto en la presente generación como en próximas.

### Niveles de exposición seguros provisionales de sustancias nocivas en el aire de los puestos de trabajo

Niveles temporales de estándares específicos higiénicos en el puesto de trabajo, obtenidos por cálculo a partir de parámetros de toxicometría y propiedades físico-químicas basándose en correlaciones de regresión o mediante inter o extrapolación en series de compuestos muy relacionados estructuralmente. Los valores NESP (o TSEL) están sujetos a la aprobación del Ministerio de Salud de la URSS y permanecen válidos por un período de tiempo de 2 ó 3 años, al cabo de los cuales pueden ser reemplazados por concentraciones máximas permisibles, declarados válidos por otro período de tiempo o abolidos, dependiendo de las perspectivas de uso de estas sustancias y de la información disponible sobre sus propiedades tóxicas.

### Consideraciones sobre los valores admisibles en la URSS

Los valores CMP son, como ya se ha dicho, concentraciones máximas permisibles, definidas como las máximas concentraciones momentáneas (para una sola ocasión) permitidas. Por otro lado, el hecho de que pretendan proteger de "toda enfermedad o desviación del estado normal de salud detectable por los métodos usuales de investigación médica" los hace muy restrictivos, a la vez que introduce un concepto (desviación del estado normal de salud detectable) que muchos científicos consideran difícil de concretar desde el punto de vista estrictamente técnico. Son un conjunto de valores pensados para la protección de "todos" los trabajadores y basados en el concepto más amplio existente del término "salud", sin tolerar la más mínima desviación del estado "normal". Desde el punto de vista preventivo son valores "muy seguros", aunque técnicamente muy difíciles de cumplir.

## Normativa española

La normativa legal vigente en España sobre agentes químicos y concentraciones admisibles en el aire de los lugares de trabajo, en fase de adaptación al marco de la CEE, está recogida en diferentes disposiciones.

La legislación española se halla, pues, en período de transformación en función del desarrollo legislativo de la CEE en este campo. Asimismo, se halla pendiente la aprobación de una nueva Ley sobre Salud y Condiciones de Trabajo.

En el Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas (Decreto nº 2414 de 30-9-61, BOE de 7-12-61 y 7-3-62), referido básicamente a la protección del ambiente exterior de las industrias, se incluye un anexo en el que se fijan unas "concentraciones máximas permitidas", sin otras especificaciones, para una lista de 160 sustancias químicas.

La Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (Orden de 9-3-71, BOE de 16/17-3-71 y 6-4-71) representa un intento de recopilación de todo lo legislado hasta entonces en materia de Seguridad e Higiene, pero sin hacer referencias ni modificaciones a los valores límites propuestos en el anterior reglamento.

Se publicó en 1977 una resolución (BOE de 11-3-77) referida a disolventes en el que fija una concentración máxima para el benceno de 30 ppm o 80 mg/m<sup>3</sup>.

Para el amianto, plomo y cloruro de vinilo existen publicados reglamentos (Órdenes de 31-10-84, BOE de 7-11-84, para el primero y de 9-4-86, BOE de 24-4-86, para los otros dos) por las que se adaptan a la legislación española directivas de la CEE. En ellas se fijan límites de 1 fibra/cm<sup>3</sup> (8 horas/día y 40 horas/semana) para las diferentes variedades de amianto, excepto la crocidolita, que queda prohibida; 150 µg/m<sup>3</sup> (con un nivel de acción de 75, y para los mismos tiempos de exposición) para el plomo y dos límites para el cloruro de vinilo: 7 ppm para 8 horas y 3 ppm para 1 año. Estos Reglamentos no se limitan a establecer unos valores límites solamente, sino que además se concretan en ellos otros aspectos relacionados con el muestreo, la carga de trabajo, los controles periódicos, los niveles de alarma, la información a los trabajadores, etc.

## Normativa de la CEE

El Consejo de la CEE ha adoptado desde 1978 diversas resoluciones y directivas sobre seguridad y salud laboral, al tiempo que ha creado un Comité Consultivo sobre Seguridad, Higiene y Protección de la Salud en el Trabajo.

En esta línea se publicó el 27-11-1980 la directiva 80/1107/CEE sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo. Esta directiva propició el establecimiento de normas particulares relativas al amianto, plomo y cloruro de vinilo, así como el proyecto de diversas normativas sobre otros agentes específicos como acrilonitrilo, benceno, arsénico, cadmio, mercurio, níquel e hidrocarburos clorados.

Con fecha 16-12-1988 se publicó una modificación (88/642/CEE) en la que se incluían definiciones de conceptos y procedimientos y con fecha 12-6-1989 una nueva directiva relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo (89/391/CEE) que detalla de una manera más concreta las obligaciones de empresarios y trabajadores en este sentido y que actúa de directiva marco.

Existe un comité para la adaptación técnica de la Directiva 80/1107 que estudia la proposición de valores límites, así como comités científicos y otros relacionados que trabajan en la actualización de la legislación comunitaria.

## Otros criterios de valoración y normativas de interés

Muy pocos países europeos disponen de normativas nacionales relativamente originales. Los restantes países suelen adoptar los valores de la ACGIH americana, en un marco legal más o menos definido.

De entre los primeros cabe destacar la República Federal Alemana, el Reino Unido y Suecia.

## Normativa de la República Federal de Alemania

La Sociedad Alemana para la Investigación, "Deutsche Forschungsgemeinschaft" (DFG), mantiene una Comisión para la investigación de los riesgos para la salud de los compuestos químicos en el área de trabajo que establece unos valores límite con base exclusivamente científica denominados "Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen" (MAK). La lista de los valores **MAK** se publica anualmente, con indicación de las novedades propuestas.

Los valores que establece la Comisión son sólo recomendaciones, pero pasan a ser preceptivos si son adoptados y publicados por el Ministerio de Trabajo en su Boletín Oficial. Un Comité sobre productos químicos peligrosos del Ministerio Federal de Empleo y Asuntos Sociales asigna unas Concentraciones de guía técnica, "Technische Richtkonzentrationen" (TRK), a productos cancerígenos u otros a los que no se puede asignar científicamente valores MAK.

Los valores MAK se definen como concentraciones máximas en áreas de trabajo que, de acuerdo con los conocimientos actuales, no producirán generalmente alteraciones de la salud de los trabajadores ni causarán molestias indebidas. Bajo estas condiciones, la exposición puede repetirse o mantenerse durante períodos diarios de 8 horas, que constituyan una semana de trabajo promedio de 40 horas. Los valores MAK son, por regla, concentraciones promediadas para toda la jornada de trabajo. Estos valores promediados para 8 horas se complementan con limitaciones para los picos de exposición que se establecen mediante una clasificación de las diferentes sustancias en seis categorías, cada una de las cuales está sujeta a un tipo concreto de limitación para períodos cortos de exposición a concentraciones por encima del valor MAK asignado. La inclusión de las sustancias en las diferentes categorías responde a algunas de sus características básicas toxicológicas (Tabla 1).

CATEGORIA	NIVEL PARA PLAZOS CORTOS		
	PICO	DURACION	FRECUENCIA POR JORNADA TRABAJO
I Irritantes locales	2 MAK	5 min. valor momentáneo (*)	8
II Substancias con efectos sistémicos Latencia del efecto ≤ 2 h. II.1: vida media (**) < 2 h. II.2: vida media 2 h.-duración jor.trabajo	2 MAK 5 MAK	30 min. valor medio 30 min. valor medio	4 2
III Substancia con efectos sistémicos Latencia del efecto > 2 h. Vida media > duración jornada trabajo (altamente acumulativos)	10 MAK	30 min. valor medio	1
IV Substancias que muestran muy débiles efectos MAK > 500 ml/m <sup>3</sup> (ppm)	2 MAK	60 min. valor momentáneo (*)	3
V Substancias que tienen olor intenso	2 MAK	10 min. valor momentáneo (*)	4

**Tabla 1: Valores MAK para exposiciones de corta duración**

(\*) El valor momentáneo es un nivel que la concentración no debe superar nunca. Representa un límite que debe ser observado en la planificación técnica del área de trabajo; la comprobación analítica puede entonces llevarse a cabo mediante el uso de procedimientos de muestreo diseñados para registrar valores promedio.

(\*\*) La vida media es el período de tiempo durante el cual una concentración existente (en el organismo del individuo) disminuye a la mitad de su valor original.

La normativa de la DFG incluye indicaciones para cada sustancia sobre capacidad elevada de absorción cutánea, producción de efectos alérgicos, potencial cancerígeno (distingue tres grupos y no asigna valor MAK) y riesgo para el embarazo (distingue cuatro grupos).

## Normativa del Reino Unido

El nuevo reglamento del R.U. para el Control de sustancias peligrosas para la salud, "Control of Substances Hazardous to Health Regulations" (COSHH), en vigor desde 1989, especifica dos tipos de límites de exposición:

Los **Límites máximos de exposición**, "Maximum Exposure Limits" (MEL), que no deben ser superados. Los establece el Parlamento a propuesta de la Comisión de Salud y Seguridad, "Health and Safety Commission" (HSC).

Las **Normas de exposición ocupacional**, "Occupational Exposure Standards" (OES), que son niveles para los que no existe evidencia de que sean dañinos, pero que se consideran adecuados como nivel de control. Son adoptados por la HSC, tras un período de consulta.

Ambos tipos de límites son valores promediados para períodos de exposición de 8 horas y se complementan para algunas sustancias con límites de corta duración expresados como valores promediados para períodos de 10 minutos.

Estos valores límites están acompañados con la indicación de las sustancias con capacidad de absorción cutánea, así como con una advertencia general sobre el efecto alergizante y una instrucción sobre el tratamiento de las mezclas, semejante a la que se incluye en los TLV de la ACGIH.

## Normativa de Suecia

Los límites de exposición de Suecia están recogidos en la Ordenanza "AFS 1989:4" emitida por el "National Board of Occupational Safety and Health".

Estos límites están constituidos por dos tipos de valores:

Concentraciones máximas promediadas para un día completo de trabajo, "**Level Limit Value**" (LLV).

Concentraciones máximas promediadas para periodos cortos de 15 minutos u otro tiempo que se especifique, "**Ceiling Limit Value**" (CLV).

Se considera, además, un tercer tipo de valor de carácter comparativo para exposiciones de 15 minutos, "**Short-term Value**" (STV).

La lista de límites sueca incluye indicaciones específicas cuando la sustancia se absorbe fácilmente a través de la piel, cuando es cancerígena y cuando tiene efectos sensibilizantes.

## Comentarios

En la Tabla 2 se presenta un resumen de las Normativas descritas (excepto la de la U.R.S.S.), indicando los distintos tipos de límites y otras características incluidas en sus listas, que pone de manifiesto las diferencias existentes entre las mismas. Puede observarse, al respecto, que entre los datos y valores que integran las diferentes Normativas sólo existe coincidencia en la presentación de límites de exposición promediados en el tiempo y en la indicación de la capacidad de absorción de las sustancias por vía dérmica, y que existen además notables discrepancias en aspectos tales como los tiempos de referencia de algunos de los límites de exposición, la definición de los límites de excursión o la clasificación de las sustancias consideradas cancerígenas, entre otros.

PAIS ORGANISMO	LIMITE PROMEDIADO EN EL TIEMPO	LIMITE DE CORTA DURACION	VALOR TECHO	LIMITES DE EXCURSION	ABSORCION POR VIA DERMICA	CANCERIGENO	ALERGIZANTE	RIESGO PARA EL EMBARAZO
U.S.A. A.C.G.I.H.	TLV-TWA 8 h./día y 40 h./semana	TLV-STEL 15 min. <4 veces/día 60 min. inter periodos	TLV-CEILING Conc. max. (Análisis 15 min.)	3xTWA <30 min./ jornada 5xTWA máx.	Notación específica	A1: Confir- mado para el hombre A2: Sospecho- so para el hombre		
U.S.A. O.S.H.A.	TWA 8 h./día y 40 h./semana	STEL 15 min.	CEILING Conc. máx. (Análisis 15 min.)		Notación específica			
U.S.A. N.I.O.S.H.	REL-TWA 10 h./día		REL-CEILING 15 min.		Notación específica	Notación específica		
R.F.A. D.F.G.	MAK 8 h./día y 40 h./semana			VER CUADRO 1	Notación específica	A1: Probado en el hombre A2: Probado en animales B: Sospecho- so No MAK para estas substan- cias	Notación específica	Notación específica Cuatro grupos: A,B,C,D.
U.K. H.S.C.	MEL y OES 8 h./día	MEL y OES 10 min.			Notación específica			
SUECIA N.B.O.S.H.	LLV 8 h./día	STEL 15 min.	CLV 15 min.		Notación específica	Notación específica	Notación específica	

**Tabla 2: Resumen de las Normativas**

## Consideraciones al establecimiento y aplicación de los criterios de valoración

Cuando se establece una normativa fijando valores límites, hay dos aspectos fundamentales que deben ser tenidos en cuenta.

Por un lado, los parámetros que conforman la propia definición del valor límite: valor techo (con el tiempo de medida), valor promedio (fijación de periodos de exposición y de protección), valor para exposiciones de corta duración, nivel de acción, factor de excursión, etc.

Por otro, debe concretarse a su vez el procedimiento para medir las exposiciones (estrategia, duración y representatividad del muestreo adecuados al valor a comprobar, método analítico normalizado, control de calidad) para que no haya posibilidad técnica alguna de interpretaciones dudosas en el cumplimiento del criterio.

### Parámetros de los valores límite

Este aspecto, que no se halla suficientemente explicitado en muchos de los criterios de valoración existentes, afecta directamente al propio límite "técnico" a aplicar. Es decir, al control a conseguir de un ambiente de trabajo para tener garantías suficientes de que se cumple el límite de exposición fijado por el criterio.

En este aspecto, sirven de ejemplo los valores límites de la OSHA (USA). La definición de los valores medios ponderados en el tiempo habla de su cumplimiento "en cualquier turno de 8 horas". Se debe interpretar que en cualquiera de estos periodos la concentración debe ser igual o inferior al valor de referencia, es decir, deberá mantenerse un control suficiente para que, al efectuar una medida durante 8 horas cualesquiera, la probabilidad de que se supere el valor de referencia sea muy baja. En consecuencia, admitiendo una distribución logarítmico-normal de la concentración de los contaminantes en cada puesto de trabajo, deberá estimarse una concentración inferior "de seguridad" como valor técnico promedio absoluto (por lo menos anual) a conseguir para asegurar con una elevada probabilidad que las desviaciones dentro de la distribución logarítmico-normal no superen en ningún periodo de 8 horas el valor de referencia.

En la Tabla 3 se incluyen a modo de ejemplo las concentraciones "de seguridad" requeridas para cumplir, con diferentes grados de probabilidad, un valor límite promediado para 8 horas de 1 ppm en función de la dispersión de la concentración del contaminante. En este sentido se han utilizado los valores de la desviación estándar geométrica (GSD), máximo (2,5), medio (1,75) y mínimo (1,25) estimados por Leidel (Ver NTP-140).

	PROBABILIDAD DE NO SOBREPASAR EN PERIODOS DE 8 HORAS UN V.L. DE 1 ppm				
	60 %	80 %	90 %	95 %	99 %
<b>CONCENTRACIONES MUY DISPERSAS</b> GSD : 2.5	0.80 ppm	0.46 ppm	0.31 ppm	0.22 ppm	0.12 ppm
<b>CONCENTRACIONES DISPERSAS</b> GSD : 1.75	0.87 ppm	0.62 ppm	0.48 ppm	0.40 ppm	0.27 ppm
<b>CONCENTRACIONES POCO DISPERSAS</b> GSD : 1.25	0.95 ppm	0.83 ppm	0.75 ppm	0.69 ppm	0.59 ppm

**Tabla 3: Concentraciones de seguridad a mantener para distintas probabilidades de cumplimiento y distintos grados de dispersión de las concentraciones**

Un razonamiento paralelo, aunque de sentido inverso, se expone en la Normativa citada de la CEE relativa al cloruro de vinilo. Dadas sus características tóxicas, el límite de exposición establecido es un valor medio anual de 3 partes por millón, pero en el Anexo 1 de la propia Normativa se señala que, de acuerdo con una distribución logarítmico-normal de la concentración, este valor límite implica que el control de la concentración debe ser tal que en ningún caso el valor medio durante un mes supere 5 partes por millón, durante una semana supere 6 partes por millón, durante 8 horas supere 7 partes por millón o durante 1 hora supere 8 partes por millón, ya que en caso contrario la probabilidad de que se respete al cabo de un año el límite anual será inferior al 95%, que es el valor de confianza mínimo adoptado para la misma.

Este aspecto, referente a disponer de un procedimiento que permita una medición "segura" de las exposiciones, tampoco está suficientemente explicitado en una mayoría de los criterios establecidos, tanto normas legales como criterios técnicos. En la aplicación de los TLV de la ACGIH, por ejemplo, es normal realizar extrapolaciones a 8 horas de uno o de varios períodos de muestreo inferiores, cuando la duración del mismo y/o el número de muestras tomadas también influyen desde el punto de vista estadístico en el valor experimental obtenido.

Cuando lo que se pretende es estrictamente estimar el riesgo que para la salud representa la exposición a un contaminante químico a partir de la valoración de éste en el aire, existen tres puntos de incertidumbre:

- La representatividad real del muestreo realizado.
- La exactitud del método analítico (toma de muestra y análisis) empleado.

El grado de seguridad que para la prevención de la salud ofrece el propio límite de exposición (criterio de valoración) empleado.

Otros aspectos que también podrían afectar directa o indirectamente esta estimación del riesgo, como la carga de trabajo (si no está especificada en el criterio), los hábitos y la exposición extralaboral, sólo son eficazmente cuantificables a partir del control biológico. A la vista de lo expuesto se puede concluir que la aplicación con garantías de un criterio es técnicamente difícil. De ahí que sea habitual el establecimiento y la utilización de los criterios de valoración como parámetros orientativos y flexibles, cuando no están soportados por unas instrucciones muy concretas en su establecimiento y aplicación.

## Bibliografía

- (1) AM. CONF. GOVERNMENT IND. HYG. (ACGIH)  
**Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1989-1990**  
ACGIH, Cincinnati, USA, 1989
- (2) DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (DFG)  
**Maximum concentrations at the workplace and biological tolerance values for working materials. Report N° XXV. Commission for the investigation of health hazards of chemical compounds in the work area**  
VCH Verlag Gesellschaft, Weinheim, RFA, 1989
- (3) HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE  
**Occupational Exposure Limits**  
Guidance Note EH 40/90. HSE, UK, 1990
- (4) NATIONAL BOARD OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH  
**Ordinance AFS 1989:4 on Occupational Exposure Limit Values**  
NBOSH, Sweden, 1989
- (5) U.S. DEPARTMENT OF LABOR. OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION  
**Air Contaminants-Permissible Exposure Limits (Title 29 Code of Federal Regulations Part 1910.1000)**  
OSHA 3112, USA, 1989(6) HEALTH AND SAFETY  
**Control of Substances Hazardous to Health Regulations 1988. Approved Code of Practice**



HSC, UK, 1989

(7) U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

**NIOSH Recommendations for Occupational Safety and Health Standards**

HHS, USA, 1986

(8) UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME

**Maximum Allowable Concentrations and Tentative Safe Exposure Levels of Harmful Substances in the Environmental Media (Hygienic Standards Officially Approved in the USSR)**

Centre of International Projects, GKNT, USSR, 1984

(9) LEIDEL N. A., BUSCH K. A., LYNCH J. R.

**Occupational Exposure Sampling Strategy Manual**

DHEW (NIOSH) Pub. N° 77-173. Cincinnati, Oh., USA, 1977