

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE HIGIENE INDUSTRIAL

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 Permisible (CMP ó MAC, según las siglas inglesas), mientras que los valores de USA son mayoritariamente tipo Concentración Promedio Máxima Permisible 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 substancias, 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 substancias 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 $C1 / TLV1 + C2 / TLV2 + \dots + Cn / TLVn$ 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.

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 períodos 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).