

Los límites personales de exposición laboral

D. ENRIQUE GONZALEZ FERNANDEZ
 Doctor en Ciencias Químicas
 Instituto Nacional de Seguridad
 e Higiene en el Trabajo
 Centro Nacional de Nuevas Tecnologías

La idea de establecer un «límite umbral» para los compuestos químicos que contaminan el ambiente en los puestos de trabajo, está basada fundamentalmente en los principios de establecer:

1. Relaciones cuantitativas entre la magnitud y la dimensión de la exposición para un determinado compuesto y la naturaleza y magnitud de la respuesta del trabajador. Es decir, establecer las curvas dosis-respuesta y dosis-efecto para cada contaminante en particular.
2. Limitar el nivel de exposición de los agentes potencialmente con riesgo, cuando no existe aún amenaza significativa para la salud del trabajador.

Con respecto a este segundo punto, los denominados, por la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), «Valores Límites Umbrales» (*Threshold Limit Values*) abreviados y conocidos mundialmente como TLV's, han sufrido una evolución notable en su

Un «límite de exposición profesional o laboral» puede definirse como la concentración media ponderada en el tiempo de un agente en un medio apropiado.

concepción; desde valores que indicaban concentraciones de los contaminantes productores de signos claros de toxicidad aguda, hasta el concepto actual de ser aquellas concentraciones a las cuales la «mayor parte» de los trabajadores pueden estar expuestos durante su vida laboral sin experimentar efectos adversos para su salud. En el breve espacio de tiempo desde que la ACGIH publicó por primera vez su lista con los TLV's propuestos en el año 1950 en la revista *AMA Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine*, el impacto de estos valores en el campo de la salud laboral ha sido enorme. Los TLV's sirven como guía útil para todas aquellas personas de

la industria, del trabajo y de los gobiernos involucradas en la evaluación de la toxicidad laboral, incorporándose en la legislación americana sobre la salud y seguridad, así como en otros códigos de salud de varios países, poniendo en mano de estos profesionales un mecanismo valioso para realizar la evaluación y control de los riesgos en la salud laboral

En los Estados Unidos de América la lista que precedió a estos valores límites umbrales (TLV's) fue la lista de los valores *Maximum Allowable Concentrations* (MAC), cuyo desarrollo y refinamiento en el concepto de límite umbral culminó con su incorporación en la legislación federal de la *Occupational Safety and Health Act* del año 1970.

La administración americana del Ministerio de Trabajo, responsable de la seguridad y salud laboral, *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), tomó, en agosto de 1971, la mayor parte de estos valores límites (TLV's) como estándares ambientales oficiales para fijar las concentraciones de los contaminantes en los puestos de trabajo, denominándolos «Límites de Exposi-

ción Permissible» (*Permissible Exposure Limits; PEL*) dado que la denominación de TLV® es marca registrada de la ACGIH.

De forma similar, y posterior al año 1950, otros países como Alemania y la URSS establecen sus valores límites de exposición ambiental en los puestos de trabajo (1) (Suiza los estableció en 1945), teniendo en ambos países el significado de «concentraciones máximas permisibles» (*Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen; MAK*).

En España la lista oficial con los valores límites de concentraciones tolerables en los puestos de trabajo están recogidos en el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, publicado en el «BOE» de fecha 7-12-61, según el Decreto de la Presidencia del Gobierno de 24-4-1961 de fecha 30 de noviembre del mismo año. Debido a una traducción errónea al español del concepto de TLV de la ACGIH, los valores límites oficiales españoles basados en los TLV del año 1956 deben interpretarse como valores «techo» o MAC. Sin embargo, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, organismo autónomo del Ministerio de Trabajo en el que recae la responsabilidad de la evaluación ambiental oficial de los puestos de trabajo, aplica, siempre y cuando no haya una legislación específica como para el benceno, plomo, asbestos y cloruro de vinilo, los valores límites recomendados por la ACGIH en su listado anual revisado, utilizándose los términos de *Concentración Promedio Permissible (CPP)* en analogía con el TLV-TWA y *Concentración Máxima Permissible (CMP)* en analogía al TLV-CEILING.

Finalmente, la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE) ha propuesto recientemente (2) la relación de valores límite de exposición profesional para cien compuestos, tomando como base las listas de los Estados miembros que han realizado sus propias evaluaciones, que son: República Federal de Alemania, Inglaterra, Países Bajos, Dinamarca y Francia. El criterio para fijar los valores límites de estos cien compuestos por la CCE ha sido elegir el valor que coincida, entre los países citados, para un contaminante determinado o si no hay mayoría en la coincidencia, elegir el más alto de todos



Establecer un «límite umbral», fundamentalmente, está basado en:

- 1) *Establecer las curvas dosis-respuesta y dosis-efecto para cada contaminante en particular.*
- 2) *Limitar el nivel de exposición de los agentes potencialmente riesgo.*

los propuestos entre esos cinco países.

LIMITES PERSONALES DE EXPOSICION LABORAL: ¿QUE SON LOS ESTANDARES?

En 1977 la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (3) adopta el término «Limite de Exposición Laboral» (*Occupational Exposure Limit; OEL*) para referirse a los límites de calidad del aire en los puestos de trabajo por la presencia de contaminantes químicos, término que seguidamente fue usado también por la Organización Mundial de la Salud

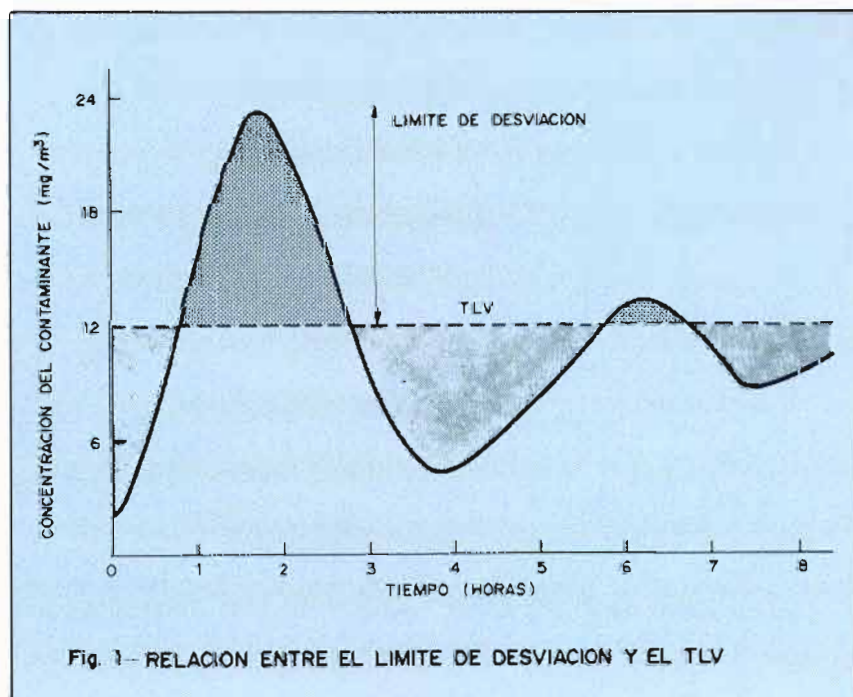


Fig. 1— RELACION ENTRE EL LIMITE DE DESVIACION Y EL TLV

(OMS). Por lo tanto los TLV, MAC, MAK, PEL y CPP son *Límites Personales de Exposición Laboral* (LPEL). Algunos de estos límites pueden dar lugar a confusiones al utilizarse un mismo término con diferentes significados, como por ejemplo el de MAC o MAK (concentración máxima permisible) que en algunos países es un límite absoluto que no debe superarse en ningún momento y, en otros es un límite recomendado, basado en una concentración media durante un período de tiempo. Para evitar en lo posible este confusiónismo por lo menos dentro de la CCE, ésta ha adoptado algunas directrices que definen los conceptos que deben utilizarse para los límites de exposición profesional. Un «límite de exposición profesional o laboral» puede definirse como la concentración media ponderada en el tiempo de un agente en un medio apropiado.

Los límites de exposición disponibles o recomendados para la presencia de compuestos químicos en los puestos de trabajo se indican normalmente con los términos y abreviaturas que durante décadas ha establecido la ACGIH (4) y que son los siguientes:

Threshold Limit Values (TLV).—Este valor límite umbral se refiere a las concentraciones ambientales de los compuestos químicos y agentes físicos, representando las condiciones bajo las cuales se considera que la mayor parte de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente, día tras día, sin que se observen efectos adversos en su salud. El TLV es la concentración en aire establecida por la ACGIH como nivel seguro de trabajo durante ocho horas seguidas. Sin embargo, y debido a la amplia variabilidad en la susceptibilidad biológica de cada individuo, un porcentaje pequeño de trabajadores pueden experimentar algún tipo de efecto molesto con respecto a la exposición de ciertos compuestos químicos a concentraciones fijadas por el TLV o incluso por debajo de este límite. Los TLV se establecen y están basados en la mayor información disponible de la experiencia industrial, de los estudios experimentales realizados en humanos y animales y, cuando es factible, por una combinación de los tres casos. Los TLV se refieren sólo a la exposición «per-

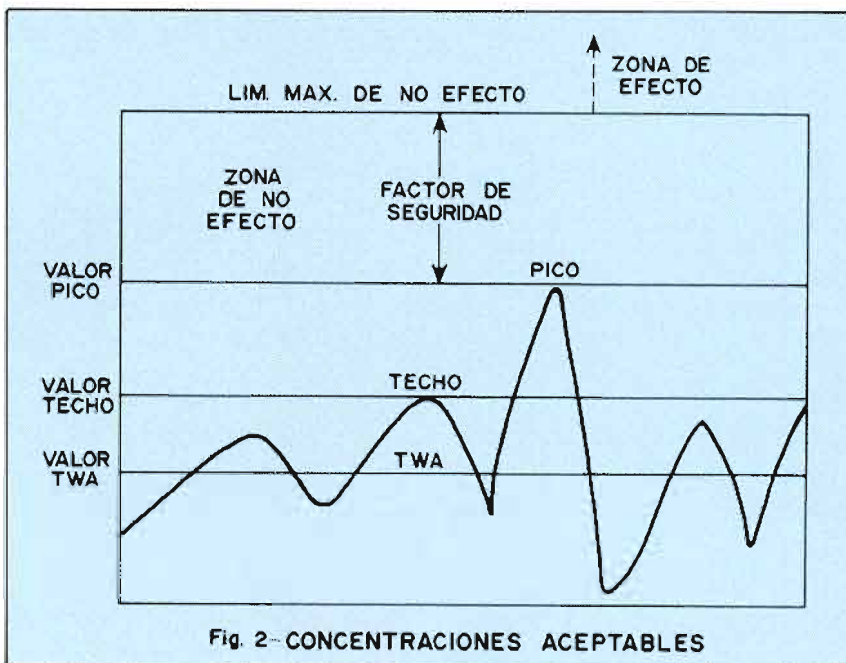


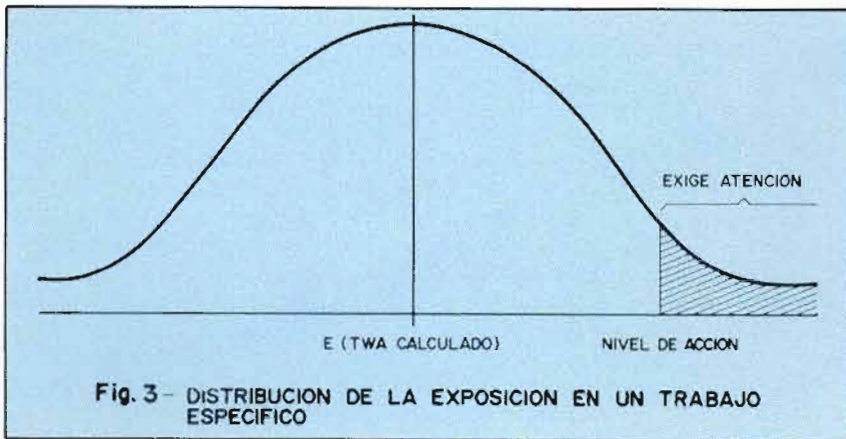
Fig. 2—CONCENTRACIONES ACEPTABLES

La Comisión de las Comunidades Europeas (CEE) ha propuesto recientemente (2) la relación de valores límite de exposición profesional para cien compuestos, tomando como base las listas de los Estados miembros que han realizado sus propias evaluaciones, que son: República Federal de Alemania, Inglaterra, Países Bajos, Dinamarca y Francia.

sonal» por vía respiratoria (inhala-ción de los compuestos químicos), aunque para compuestos que pueden penetrar por absorción a través de la piel, aun sin estar en contacto con ella, se añade por precaución la notación S(kin) = piel, incluyendo las membranas mucosas y los ojos. La llamada de atención más importante para el higienista, cuando esta notación aparece en un valor TLV, es que la absorción del compuesto a través de la piel contribuye a la exposición TOTAL y por lo tanto puede invalidar la evaluación del riesgo calculada rutinariamente como TLV-TWA. Los TLV no tienen en cuenta de forma explícita los riesgos que pueden provocar los compuestos químicos sobre los efectos repro-

ductivos (efectos teratógenos y mu-tágenos), aunque recientemente se está introduciendo este concepto en las definiciones de los valores límites umbral de Holanda, Alemania y la URSS. Los TLV no son una línea fronteriza que garantice que por debajo de las concentraciones establecidas exista la completa seguridad de que no se produzcan efectos adversos, por tanto no garantizan la ausencia de cualquier riesgo para la salud, aunque su incidencia se dé en un porcentaje pequeño de trabajadores que puedan presentar algún tipo de molestias a concentraciones por debajo de los TLV establecidos. La regla que debe tenerse siempre presente en higiene industrial es que la exposición a los compuestos químicos en los puestos de trabajo debe ser siempre lo más baja posible. Los LPEL nunca son una concentración a alcanzar, ya que la concentración óptima es cero o, en términos analíticos prácticos, la de más bajo nivel de detección. Sin embargo, como una exposición cero no es factible, nace la necesidad de fijar una concentración práctica de referencia, ya que algunos compuestos se consideran esenciales para el beneficio de la sociedad y otros están presentes en la naturaleza (arsénico, asbestos, benceno en el crudo del petróleo), aparte de que puedan producirse en algún proceso industrial.

Por lo referido hasta ese momento cabría preguntarse, ¿qué validez representan los LPEL, es decir, los



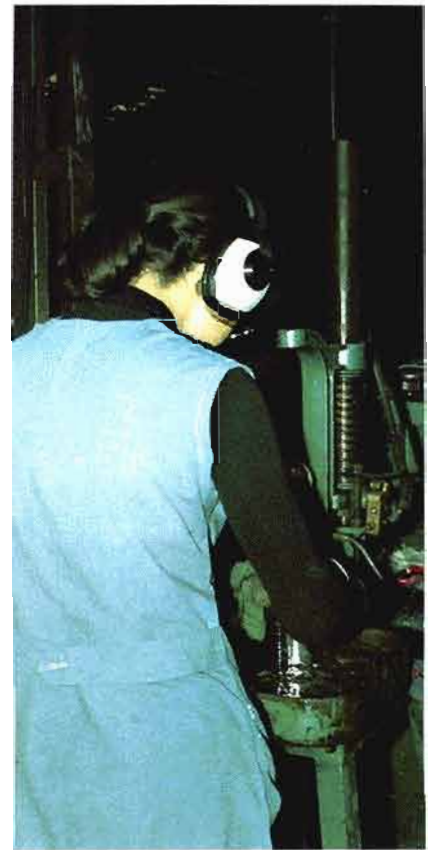
TLV, MAC, PEL, etc., actualmente establecidos? Lo que se puede señalar como respuesta a esta pregunta es que las deficiencias más importantes a estos límites pueden resumirse como sigue:

1. El hombre responde a una «dosis» (cantidad de producto administrado por unidad de tiempo), mucho más difícil de establecer en el caso de una exposición laboral que en farmacología, y no a una concentración, excepto, quizá, en el caso de los compuestos irritantes.
2. Los LPEL están basados en un volumen de respiración «convencional» que puede variar mucho con el lugar, posición y tiempo de trabajo.
3. Los términos «Límites de Exposición Laboral basados en la salud» y «Límites de Exposición Laboral operacionales» no están, por lo general, suficientemente esclarecidos.
4. Los criterios de «salud» y «efectos adversos» no están explícitamente establecidos, no existiendo consenso en los métodos de extrapolación entre ambos.
5. Los datos toxicológicos son a menudo escasos.
6. La facilidad con que se aceptan los LPEL de un país a otro con diferentes condiciones de vida hacen pensar en su correcta aplicabilidad y validez.
7. La variabilidad en la susceptibilidad inter e intra-grupos de trabajadores no se conoce suficientemente.
8. Los riesgos sobre la reproducción deben estudiarse con mayor profundidad.

Por lo tanto, el establecimiento de los LPEL requiere, primeramente, un conocimiento por parte de los expertos, de los datos toxicológicos básicos, de la estrategia de medida de las concentraciones ambientales y un juicio del valor fijado. La interpretación y explicación de estos límites ha de hacerse por médicos del trabajo e higienistas con experiencia. Frecuentemente los LPEL se consideran meramente como «números» cuando el mismo LPEL para compuestos diferentes puede intencionadamente prevenir riesgos esencialmente diferentes para la salud. Sin embargo, la mejor estimación de la exposición interna actual (reciente) y por consiguiente del riesgo para la salud, se lleva a cabo con el muestreo biológico (6) más que con el ambiental. En este caso y en adición a los LPEL, e incluso en algunos casos aun en lugar de éstos, se aplican los Límites Biológicos de Exposición Laboral (*Biological Occupational Exposure Limits*; BOEL's). La OMS (7-9) recomienda estos índices para la evaluación de la salud de forma individual o por grupos de obreros expuestos, por ejemplo, a Cd, Pb, Tolueno, Tricloroetano, etc. La lista de TLV de la ACGIH (4) introdujo por primera vez en el año 1984 una pequeña lista conteniendo los BOEL para seis compuestos. En el año 1985 los alemanes en su lista de valores MAK también publican los llamados *Biologische Arbeits Toleranz BAT Werte*.

En otras publicaciones (10-11) se dan listas más amplias de compuestos, indicándose como tentativa los límites biológicos permisibles.

La ACGIH establece tres categorías de TLV cuyas denominaciones y definiciones son las siguientes:



- a) Valor Límite Umbral Medio Ponderado en el Tiempo (*Threshold Limit Value-Time Weighted Average*; TLV-TWA). Es la concentración media (contaminación media) ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de ocho horas/día y cuarenta horas/semana, a la cual la mayor parte de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin observarse efectos adversos. Las concentraciones medias ponderadas en el tiempo permiten desviaciones por encima del valor límite, siempre que estén compensadas por desviaciones equivalentes por debajo del valor límite durante el período de exposición. Sin embargo, deben evitarse las desviaciones por encima del valor límite ponderado y esto es lo que realmente indican las legislaciones de los gobiernos en materia de higiene industrial para prevenir el deterioro de la salud de los trabajadores. Es decir, el TLV-TWA debe ser medido para tener la seguridad de que está por debajo de

Las diferencias esenciales entre los puntos de vista de USA y URSS pueden establecerse simplemente como sigue: en USA los procesos fisiológicos de «compensación», así como la capacidad de adaptación del individuo en la zona de homeostasis, son considerados como funciones normales de protección que se preocupan de forma regular del mantenimiento de la salud.

En la URSS, por el contrario, los mecanismos de protección en la zona de «compensación» se consideran como de reserva y actuarán sólo en situaciones críticas, no estando implicados en la actividad fisiológica de cada día.

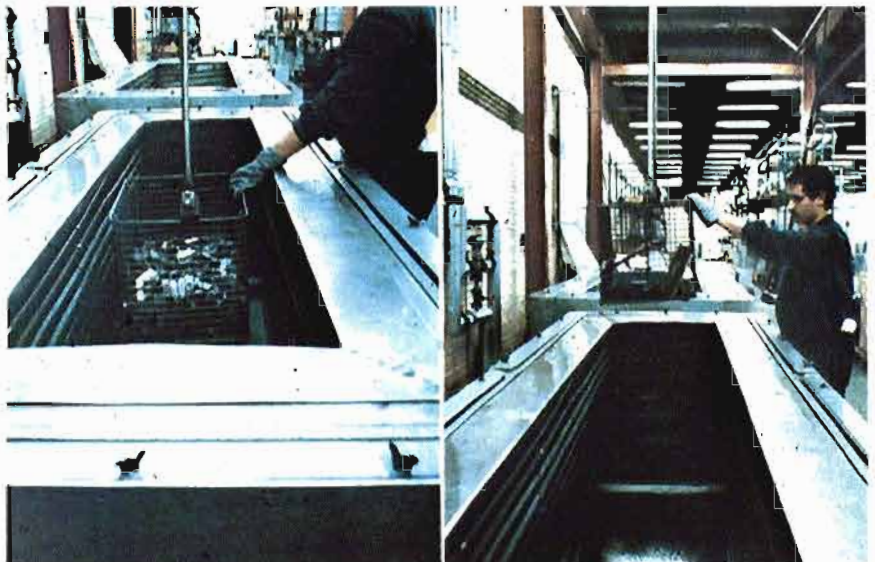
lo establecido para la jornada completa de trabajo.

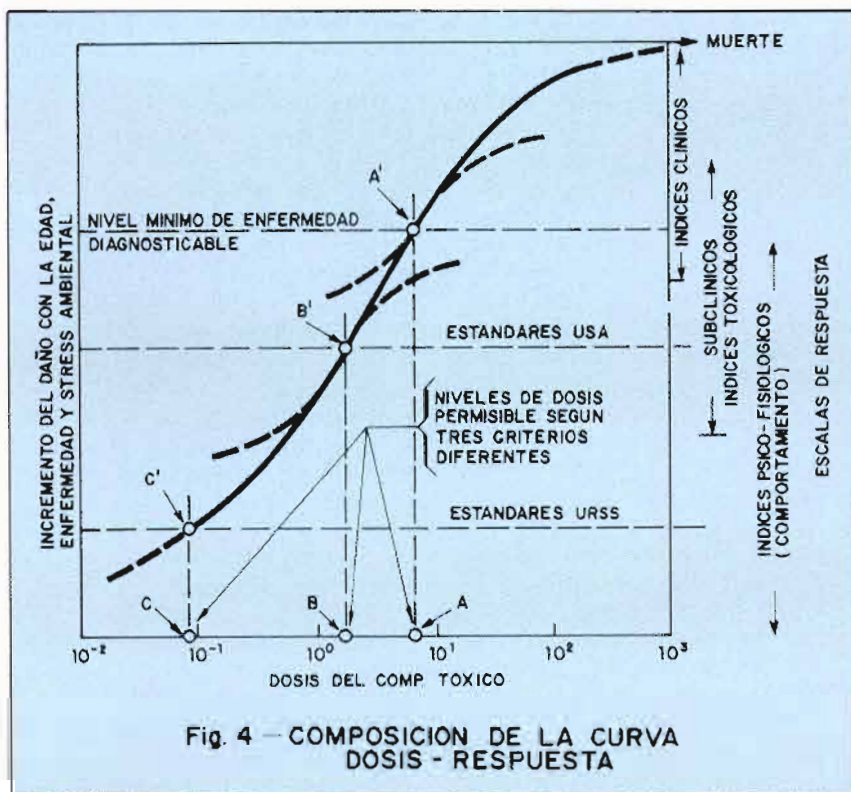
b) Valor Límite Umbral para Períodos Cortos de Exposición (*Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit*; TLV-STEL). Es la concentración a la cual los trabajadores pueden estar expuestos continuamente durante un período de tiempo corto (quince minutos) no excediéndose, a su vez, del valor TLV-TWA en la jornada de trabajo, sin padecer:

1. Irritación.
2. Lesión crónica o irreversible de los tejidos.
3. Narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesión por accidente, disminución de las facultades para el auto-auxilio, o que materialmente reduzca la eficacia de su trabajo. Es un «límite de emergencia» (*Emergency Exposure Limit*, denominado por el Comité de Toxicología de la *American Industrial Hygiene Association*; AIHA) para tener en cuenta exposiciones únicas y cortas.

Este límite de exposición no es un valor aislado, sino más bien un suplemento del valor TLV-TWA para aquellos casos en que se reconozca además un efecto agudo para el compuesto, cuyos principales efectos sean de naturaleza crónica. El límite de exposición para períodos de tiempo cortos está recomendado sólo cuando los efectos tóxicos se han estudiado en las exposiciones elevadas, tanto en humanos como en animales. El límite de exposición para períodos cortos se entiende como la exposición media ponderada para un tiempo de 15 minutos, la cual no debe excederse en ningún momento durante la jornada de trabajo, aun estando dentro del valor TLV-TWA establecido para las ocho horas/día. Las exposiciones a estos niveles no deben prolongarse más de quince minutos, con una repetición máxima de cuatro veces por día, y debe haber por lo menos un intervalo de sesenta minutos entre exposiciones sucesivas al valor STEL. Antes de que la ACGIH introdujera los valores TLV-STEL estos se calculaban multiplicando los valores TLV-TWA por los llamados «Límites de Desviación» (*Excursion Limits o Excursion Factors*; TLV-EL, que en la actualidad es de donde provienen los valores STEL) resultando a veces valores STEL que, como tales, no eran relevantes en conexión con los tres efectos mencionados anteriormente. En la actualidad la ACGIH (5) está suprimiendo muchos de estos valores debido a su falta de representatividad en los quince minutos en que ha de realizarse la toma de muestra del contaminante y porque

para la mayoría de los compuestos con TLV-TWA no hay datos toxicológicos disponibles suficientes para garantizar un valor STEL. Sin embargo, desviaciones por encima del TLV-TWA deben controlarse aunque el valor TWA para las ocho horas/día esté dentro de los límites recomendados. En los estudios estadísticos realizados sobre las exposiciones sufridas en períodos de tiempo cortos, se ha observado que la mayoría de ellas corresponden a una distribución logarítmico-normal con una desviación estándar geométrica en el rango de 1,5 a 2,0. Si los valores de una exposición para períodos cortos, en una determinada situación, tienen una desviación geométrica estándar de 2,0, el 5 por 100 de todos los valores exceden en 3,13 veces el valor de la media geométrica. Si un proceso presenta una variabilidad mayor que ésta, quiere decir que no está bajo un buen control de la situación. Esta consideración es la base para establecer el NUEVO concepto de LIMITE DE DESVIACION desde la edición de la lista de TLV's del año 1983-84 de la ACGIH, que se define como sigue: «Las exposiciones a tiempo corto (quince minutos) excederán tres veces el TLV-TWA por un tiempo total de no más de treinta minutos en un día de trabajo y bajo ninguna circunstancia excederán en cinco veces el TLV-TWA, teniendo en cuenta que el TLV-TWA no se sobrepase del valor fijado.» La representación gráfica de este concepto se da en la figura 1, en donde el área de las curvas limitadas por la línea por encima del valor TLV han de ser menores a las





La ACGIH establece tres categorías de TLV:

- Valor límite Umbral Medio Ponderado en el Tiempo (Threshold Limit Value-Time Weighted Average; TLV-TWA).
- Valor límite Umbral para Periodos Cortos de Exposición (Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit; TLV-STEL).
- Valor límite Umbral (Threshold Limit Value-Ceiling TLV-C).

áreas de las curvas que están por debajo de este valor para un TWA cuya exposición ha de estar por debajo del valor TLV. Esta aproximación es una simplificación considerable de la hipótesis de la distribución logarítmico-normal de la concentración, pero se considera más conveniente para el uso práctico de los higienistas industriales. De todas formas, cuando se disponga de los datos toxicológicos adecuados para establecer el valor STEL de un compuesto en particular, éste debe considerarse frente al estimado, aplicando los límites de desviación independientemente de que resulte más o menos restrictivo.

- Valor Límite Umbral-Techo (Threshold Limit Value-Ceiling; TLV-C). Es la concentración que no debe excederse en ningún momento, es decir, instantáneamente durante el período de trabajo. Esta categoría de valor límite umbral sólo tiene importancia en compuestos como, por ejemplo, los gases irritantes.

De acuerdo con la definición de este límite, su valoración solamente sería factible con instrumentos analíticos de lectura directa y respuesta rápida, e incluso provistos de una

señal de alarma, lo cual no siempre es posible para un número determinado de compuestos. Por lo tanto, en la práctica rutinaria de la higiene industrial, la valoración para este tipo de exposición se realiza con un muestreo de 15 minutos, excepto para aquellos compuestos que causen una irritación inmediata en períodos cortos de exposición. Sin embargo, con los valores TLV-STEL no se permite aplicar los límites o factores de desviación (*Excursion factors*) por encima del valor techo. En contraste con la idea de la ACGIH el *Health and Safety Executive* (HSE) de Inglaterra (12), ha decidido retirar de su listado de TLV's del año 1984, los valores TECHO (CEILING) debido a las dificultades analíticas señaladas anteriormente (obtención instantánea de una concentración ambiental), y admitir valores STEL, dado que considera que el menor tiempo posible en la práctica para realizar una toma de muestra personal es de 10 minutos.

Es importante tener en cuenta que, si cualquiera de las tres clases de TLV definidas se supera para un compuesto determinado, puede decirse que existe un riesgo potencial para los trabajadores expuestos a ese contaminante.

Es importante señalar que existen

dos diferencias sutiles entre las definiciones del TLV de la ACGIH y el PEL de la OSHA que son las siguientes: La primera se refiere a que en el concepto de TLV se indica que, «... es la concentración ambiental bajo la cual se considera que la MAYOR PARTE de los trabajadores no suelen ser afectados...», en la definición de PEL, la OSHA establece que, «...NINGUN TRABAJADOR será afectado...», lo que no deja de ser una «afirmación» utópica que nunca puede garantizarse de una forma tan general. El segundo matiz importante es la sustitución del período de exposición de referencia de ocho horas por el concepto de «durante el tiempo de vida laboral». Como puede comprenderse, desde el punto de vista legal, esta sustitución presenta problemas de orden práctico, ya que es de suponer que la OSHA no dispone de los inspectores necesarios para visitar de forma regular los puestos de trabajo durante los 40 años, como media, de la vida laboral de un trabajador. La relación TWA/PEL la OSHA la utiliza para determinar lo que se llama «severidad» del puesto de trabajo.

La figura 2 ilustra gráficamente la relación entre los tipos de concentraciones y zonas aceptables para la salud y seguridad de los trabajado-

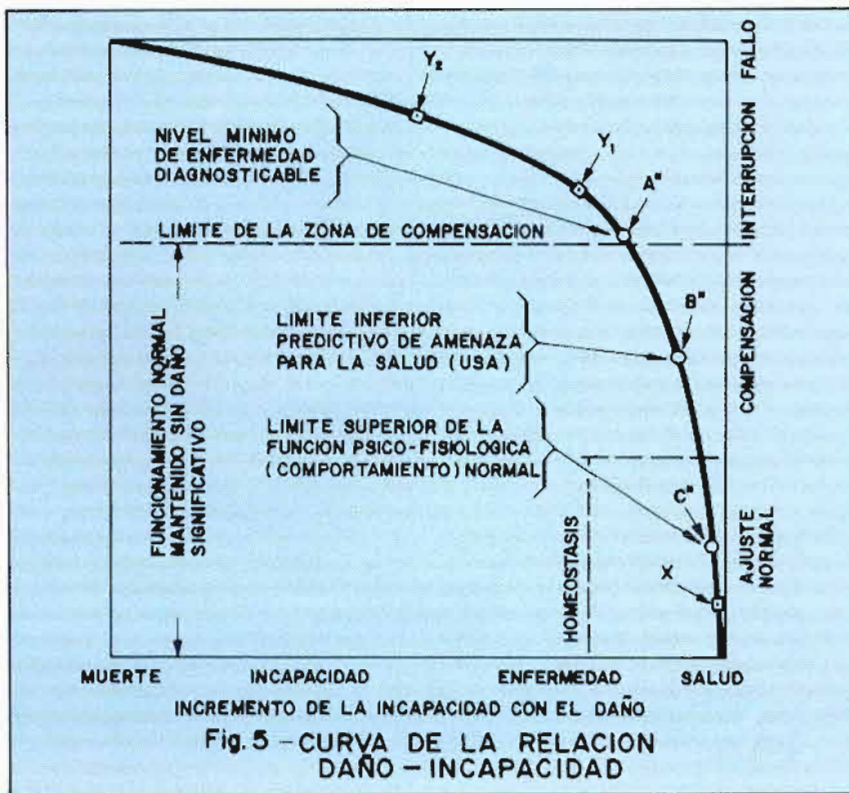


Fig. 5 - CURVA DE LA RELACION DAÑO - INCAPACIDAD

res, de acuerdo con los LPEL definidos hasta ahora, observándose que los valores TWA no son valores límites teniendo en cuenta los factores de desviación o de seguridad (*Excursion Factor*) o el criterio estadístico aproximado mencionado en el apartado b) TLV-STEL. Ninguna de estas dos alternativas es de aplicación para los compuestos con efectos irritantes severos para las vías respiratorias. La OSHA admite, además del valor TECHO (CEILING), una concentración permitida por encima de este valor para un periodo de tiempo corto, generalmente cinco o diez minutos, a intervalos de dos horas o más, lo que denomina VALOR PICO (PEAK), especificando este tipo de límite para aproximadamente 20 contaminantes. Esta concentración límite PICO es esencialmente un valor de desviación (similar al *excursion factor*) permitido para ciertos contaminantes. Por ejemplo, el berilio tiene un PEL-TWA de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y valor techo de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, permitiéndose, sin embargo, exposiciones de hasta $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un máximo de treinta minutos durante la jornada laboral de ocho horas. Este es el límite de concentración PICO del berilio.

Por otra parte, la legislación americana de la OSHA define y establece el denominado NIVEL DE AC-

CIÓN. Límite fijado para ciertos contaminantes por encima del cual se debe establecer un PROGRAMA DE CONTROL, es decir, muestreo, supervisión, vigilancia médica, controles de ingeniería, información, etc., en las personas expuestas por encima de este nivel. Gráficamente supone que, en la distribución de la exposición (E) en un puesto de trabajo (Fig. 3) para un determinado valor de esta exposición, se exige prestarle atención mediante el programa de control establecido. El nivel de acción puede fijarse tanto para los LPEL como para los LBEL. Los niveles de acción ambientales suelen ajustarse de acuerdo con el valor TLV de cada contaminante según el criterio, dependiendo del país: 1/2 para la legislación americana (OSHA), 2/3 para la alemana y, recientemente, la CCE propone que sea 1/5 del valor de los LPEL (TLV's) fijados para una lista de 100 contaminantes (2).

Finalmente, debemos mencionar que dentro del Programa Estándar de Realización entre el NIOSH y OSHA (NIOSH-OSHA *Standard Completion Program*) se contempla y define el concepto de PELIGRO INMEDIATO PARA LA VIDA O LA SALUD (*Immediately Dangerous Life of Health*; IDLH), que es la concentra-

ción inmediata de peligro para la vida o salud, por debajo de la cual los trabajadores pueden «escapar» sin ningún síntoma de deterioro o efecto irreversible para su salud.

LIMITES UMBRAL PARA JORNADAS DE TRABAJO ESPECIALES

El período de tiempo normal de referencia para los LPEL (TLV, MAC, MAK, PEL, etc.), es por lo general la jornada de trabajo de ocho horas/día en una semana de cinco días, es decir, 40 horas/semana. Sin embargo, la OSHA (13), en la aplicación de los PEL-TWA, admite un ± 25 por 100 de este tiempo, es decir, hasta 10 horas/día o 50 horas/semana. En este sentido también, la ACGIH, en el prefacio del libro de TLV's para 1984-85, indica que cuando el tiempo de la jornada laboral se extiende en más de un 25 por 100, debe realizarse un reajuste adecuado del TLV. La tendencia europea es de ir reduciendo la jornada de trabajo considerándose las 32 ó 36 horas/semana. Una jornada de este tipo supone

si e t e horas/día en cinco días, más dos diarias de descanso; o también podría ser, doce horas/día en tres días y cuatro días de descanso. Esta nueva distribución de la jornada laboral afecta a los LPEL cuando éstos están referidos a la jornada normal, y no puede aplicarse simplemente una regla proporcional de cálculo para su ajuste, como sería el caso de incrementar en un 20 por 100 más los LPEL para una jornada de treinta y dos horas/semana, porque hay que tener en cuenta la dinámica y toxicocinética específica del contaminante. En general para los compuestos irritantes o los que producen efectos narcóticos, como son los disolventes, no se permite ningún incremento de los LPEL. Para compuestos con vida media biológica ($t_{1/2}$) muy larga, para los cuales el efecto depende del contenido de ellos en el órgano diana, el nivel de equilibrio, que aumenta la concentración en aire del contaminante, y no con la duración de la exposición, llegará a ser aún mayor mientras $C \times T$ (dosis) se mantenga constante. Sin embargo, para compuestos con $t_{1/2}$ de veinticuatro horas la dosis absorbida en en tres días de tra-

bajo puede ser eliminada en los cuatro días siguientes de descanso. Una de las relaciones más conservadoras que se utilizan para calcular el factor de reducción es la siguiente:

$$\text{Factor de Reducción del TLV} = \frac{8}{\text{Horas trabajadas}} \times \frac{\text{Horas de descanso}}{16}$$

La aplicación de este sistema para jornadas de trabajo de 12 horas y 12 horas de descanso produce una reducción del TLV del 50 por 100. El método utilizado por OSHA (13), basado sólo en la prolongación de la jornada, da un factor de reducción de $8/12 = 0.67$. El método de Hickey y Reist (14-16) basado en las vidas medias biológicas de los compuestos, teniendo en cuenta la cinética de absorción y de excreción, da lugar a 0,75 y 0,73 como factores de ajuste de TLV para jornadas de tres horas y doce horas por semana respectivamente. En la Tabla I se da un resumen orientativo, agrupando en cinco categorías de actuación a los contaminantes, en donde se conjugan la aplicación de los factores de desviación, considerando a su vez unos rangos de $t_{1/2}$, tiempos permitidos de desviación y su frecuencia por turno.

Para compuestos con $t_{1/2}$ corta, menor de una hora, no se aplica factor de reducción del TLV, ya que se considera que no hay oportunidad de acumulación del contaminante durante una jornada laboral inferior a ocho horas/día. Por el contrario, para compuestos con $t_{1/2}$ muy larga, superiores a mil horas, el factor de ajuste se considera, simplemente, proporcional al número de horas de exposición.

JUSTIFICACION ENTRE LAS DIFERENCIAS DE LOS LIMITES UMBRAL AMERICANOS Y RUSOS

Es bien conocido por los higienistas industriales, que los LPEL permitidos para los compuestos peligrosos contenidos en el aire adoptados por los países del bloque Este y Oeste, pueden variar en un factor de 10 o más, debido principalmente a las diferencias habidas en las definiciones, criterios, facilidades técnicas y juicios sociopolíticos considerados por cada país. La mayor discrepancia, aunque actualmente tiende a disminuir, está entre los valores TLV's de USA y los MPC's de la URSS, teniendo su origen fundamental en los criterios psicofisiológicos empleados para establecer los límites seguros para mantener una buena salud y el posible desarrollo de amenaza significativa para la salud. Las diferencias esenciales entre los puntos de vista de USA y URSS pueden establecerse simplemente como sigue: en USA los procesos fisiológicos de «compensación», así como la capacidad de adaptación del individuo en la zona de homeostasis, son considerados como funciones normales de protección que se preocupan de forma regular el mantenimiento de la salud. Si la demanda sobre estos dos procesos se mantiene dentro de los límites normales de seguridad, no habrá amenaza para la salud, mientras que si éstos son rebasados, sí la habrá. En la URSS, por el contrario, los mecanismos de protección en la zona de «compensación» se consideran como de reserva y actuarán sólo en situaciones críticas, no estando implicados en la actividad fisiológica de cada día. Dado que la capacidad



de adaptación en la región homeostática no debe sobrecargarse, y que no hay una línea divisoria definida que pueda establecerse entre las zonas homeostática y compensatoria, los límites personales de exposición laboral permisibles a los compuestos tóxicos en la industria deben establecerse dentro de la zona homeostática y no en un límite por encima de ésta. Esta es la razón de que el punto de corte establecido en la URSS esté no más allá del punto de partida que estadísticamente se considera como estado normal del individuo, determinándose éste con las medidas más sensibles disponibles. La posición entre USA y la URSS parece ahora más clara ya que la cuestión reside en si la evidencia en la práctica apoya el punto de vista americano de que los LPEL puedan situarse de forma segura dentro de la zona de «compensación», o el punto de vista ruso de que estos límites deben establecerse bien den-

TABLA I

SISTEMA DE LIMITACION DE DESVIACIONES A PARTIR DEL TWA PARA OCHO HORAS COMO VALOR LIMITE DE EXPOSICION

Categ.	Tipo	Factor de desviación	Tiempo de desviación	Frecuencia por turno
I	Irritantes locales	2	5 min. abs.	8
II	Actividad sistémica, latencia de respuesta > 2 h			
	II-1 vida media > 2 h	2	30 min. med.	4
	II-2 vida media 2 h - 8 h	5	30 min. med.	2
III	Actividad sistémica, latencia de respuesta > 2 h vida media > 8 h (altamente acumulativo)	10	30 min. med.	1
IV	Potencial tóxico muy bajo (exposición límite > 500 ppm)	2	60 min. abs.	3
V	Compuestos con fuerte olor	2	10 min. abs.	4

abs. = absoluto. med. = medio.

TABLA II
RESUMEN DE LAS DIFERENCIAS DE CRITERIO PARA ESTABLECER
LOS LPEL ENTRE USA Y LA URSS

TLV-USA	MPC/MAC-URSS
Centrado a nivel de célula u órgano.	En el organismo, en conjunto, haciendo énfasis en el control e integración a través del SN.
TLV: media ponderada en el tiempo. Acepta el mecanismo de compensación.	MPC/MAC: nivel máximo, techo. Considerado como una patología oculta.
Prevención de la enfermedad.	Conservación de la salud.
Protección para la «mayoría» de los trabajadores.	Protección para todos los trabajadores.
Epidemiología: Tener muy en cuenta.	Tener en consideración.
Factible en la exposición laboral.	Viabilidad técnica para rechazar los argumentos médicos.
Riesgo sobre la reproducción apenas tenidos en consideración.	Incluidos.

tro de la zona de homeostasis y ni siquiera en una línea fronteriza a ésta y la de compensación.

Estas dos hipótesis diferentes, llevadas a una curva dosis-respuesta como la de la figura 4, equivalen a situar los LPEL de la URSS a partir del punto C', con una dosis C del compuesto tóxico que se considere, puesto que esta parte de la curva se corresponde con la zona de homeostasis, punto C'', en una representación de la relación daño-incapacidad, según la figura 5. De acuerdo con la hipótesis USA los LPEL se situarían en un punto B', correspondiéndoles unas dosis B, cuyo rango se diferencia en un factor de 10 con respecto a las de la URSS, y se sitúan dentro de la zona de compensación en un punto B'' de la figura 5. El límite de esta zona da lugar a un tercer criterio para el establecimiento de los LPEL, que se correspondería con los puntos A y A' de la figura 4 y A'' de la figura 5. Este nuevo criterio basado en el nivel mínimo de enfermedad diagnosticable se corresponde con una situación más tangible y real, como son los índices clínicos y de sintomatología del individuo debidos a una posible exposición laboral, mientras que los dos criterios descritos en primer lugar se corresponden con índices subclínicos para la posición americana y psicofisiológicos de comportamiento para la posición rusa. En la Tabla II se da un resumen que recoge las diferencias de criterio en el establecimiento de los LPEL entre USA y la URSS, aplicándose también en este último los llamados LÍMITES SANITARIOS que tienen en cuenta la viabilidad en su aplicación.

El conjunto de los tres puntos de las figuras 4 y 5 identifica las cuatro categorías del efecto biológico que, a partir de la exposición laboral a los compuestos peligrosos en el aire, fueron definidas en el año 1969 por el Comité de Salud Laboral ILO/WHO (17) como sigue:

Categoría D: «Serio-fatal». Tales exposiciones pueden inducir a enfermedad irreversible y la muerte. Valores Y_1 y Y_2 de la exposición por encima del punto A'' de la figura 5 y a niveles de dosis por encima del valor A de la figura 4.

Categoría C: «Adverso». Exposiciones que pueden inducir a enfermedad reversible. Para su prevención se necesita mantener los niveles de exposición por debajo del valor A de la figura 4.

Categoría B: «Potencialmente adverso». Este nivel de exposición conduce rápidamente a efectos reversibles en la salud, no causando un estado permanente de enfermedad. Esta categoría se sitúa entre los puntos A, A' y A'' y B, B' y B'' de las figuras 4 y 5.

Categoría A: «No efecto». Este tipo de exposición no conduce a ningún cambio detectable, hasta el punto que pueda conocerse, de la salud durante la vida de la persona. Para mantener este estado de salud, las exposiciones deben estar por debajo de los puntos B o C de la figura 4, dependiendo de los criterios, USA o URSS respectivamente, para definir el estado de salud. Dosis por debajo del punto C se corresponden con los puntos C'' o X de la figura 5 que caen plenamente en la zona de homeostasis. ■

(1) VIGLIANI, E.: *Methods used in Western European Countries for establishing maximum permissible levels of harmful agents in the working environment. Proceedings of the Meeting of the Scientific Committee, Occupational and Environmental Health Section, Carlo Erba Foundation, Milán, 4 de junio de 1976.*

(2) Comisión de Directriz del Consejo COM (86) 296 final, 30 de mayo de 1986, por la que se modifica la Directriz 80/1107/CEE sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ciertos agentes químicos, físicos y biológicos durante el trabajo.

(3) OIT: *Convenio 148. Protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo.* LXIII Reunión, junio 1977, Ginebra (Suiza).

(4) American Conference of Governmental Industrial Hygienists *Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1985-86.* ISBN: 0-936712-61-9.

(5) American Conference of Governmental Industrial Hygienists. *Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances in the Workroom Environment.* 1984. Cincinnati, USA. ISBN: 0-936712-55-4.

(6) GONZALEZ FERNANDEZ, E.: *Muestreo biológico y tamizaje (screening) genético de la exposición a los agentes químicos: Sinopsis y análisis.* Medicina y Seguridad del Trabajo 33 (131) 3-15 (1986).

(7) World Health Organization: *Recommended Health based limits in occupational exposure to heavy metals.* Techn. Rep. Ser. 647 (Ginebra, 1980).

(8) World Health Organization: *Recommended health-based limits in occupational exposure to selected organic solvents.* Techn. Rep. Ser. 664 (Ginebra, 1981).

(9) World Health Organization: *Recommended health-based limits in occupational exposure to pesticides.* Techn. Rep. Ser. 667. (Ginebra, 1982).

(10) LAWREYS, R.R.: *Industrial chemical exposure. Guidelines for biological monitoring.* Ed. Davis, Biomedical Publ California, 1983.

(11) LAWREYS, R.R.; BUCHET, J.P., y ROELS H.: *Les méthodes biologiques de surveillance des travailleurs exposés à divers toxiques industriels.* Cah. Med. Travail 17 (2) 91-97 (1980).

(12) Health and Safety Executive: *Ceiling limits are scrapped in new TLV document.* Occup. Health 36, 247-8 (1984).

(13) Occupational Safety and Health Administration: *OSHA Instruction CPL 2-2-20 Industrial Hygiene Field Operation Manual.* Chapter XIII Modification of PEL's for Prolonged Exposure Periods. April 1979

(14) HICKEY, J., y REIST, P.: *Application of Occupational Exposure Limits to Unusual Work Schedules.* Am. Ind Hyg Assoc J. 38, 613-621 (1977).

(15) HICKEY, J., y REIST, P.: *Adjusting Occupational Exposure Limits for Moonlighting, Overtime, and Environmental Exposures.* Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 40 727-733 (1979).

(16) HICKEY, J.: *Adjustment of Occupational Exposure Limits for Seasonal Occupations.* Am Ind Hyg Assoc J 41, 261-263 (1980).

(17) Joint ILO/WHO Committee on Occupational Health (1969). *Permissible levels of occupational exposure to airborne toxic substances.* Wld. Hlth. Org Techn. Rep. Ser. n° 415.