Sustancias químicas peligrosas en los entornos de trabajo:

implicaciones de la reducción de la jornada laboral en la evaluación de la exposición



Andrés Camilo Hernández
Líder técnico del Consejo Colombiano de Seguridad (CCS)
Ingeniero químico / Especialista en Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

La exposición a sustancias químicas peligrosas continúa siendo uno de los principales desafíos para la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). Independientemente del sector económico, las operaciones cotidianas — tales como la producción, las actividades de mantenimiento, labores de limpieza, el almacenamiento, el transporte o la gestión de sustancias— implican la presencia y uso de una amplia variedad de agentes químicos presentes en los lugares de trabajo.

En este sentido, la manipulación de sustancias químicas (incluyendo su recepción, trasvase, preparación, dosificación, envasado, aplicación o uso) puede dar lugar a la liberación de gases, vapores, polvos, humos metálicos, fibras, nieblas o aerosoles, que, al ingresar al organismo, principalmente por inhalación, absorción dérmica o ingestión accidental, pueden generar afectaciones a la salud de los trabajadores, que varían desde irritaciones agudas hasta enfermedades crónicas e, incluso, la muerte.

Ahora bien, la magnitud de los efectos adversos para la salud derivados de la exposición a agentes químicos está determinada por su peligrosidad intrínseca, identificada mediante su clasificación de acuerdo con el Sistema Globalmente Armonizado (SGA) y las condiciones de exposición, que dependen de la concentración presente en el lugar de trabajo, la intensidad, frecuencia y duración de la exposición, la vía de ingreso al organismo, así como la susceptibilidad individual de los trabajadores y la eficacia de los controles implementados (OMS, 2022).

¿Qué son los límites de exposición permisibles?

Para evaluar la exposición a sustancias químicas se requiere determinar la cantidad del agente químico que se encuentra en el ambiente de trabajo, obtenido a través de mediciones higiénicas. No obstante, este valor por sí solo no permite establecer el nivel de riesgo al cual

el trabajador está expuesto, por lo que debe compararse con un estándar aplicable para determinar si la exposición se encuentra dentro de niveles aceptables o en su defecto, se requiere implementar medidas de prevención y control.

A nivel internacional se han establecido límites de exposición ocupacional como valores de referencia para evaluar y controlar los riesgos derivados de la exposición (principalmente por inhalación) a agentes químicos presentes en los ambientes de trabajo con el propósito de proteger la salud de los trabajadores. Sin embargo, es importante señalar que estos límites no representan una barrera definida de separación entre situaciones seguras y peligrosas, ni garantizan por sí solos la ausencia de efectos adversos en todos los trabajadores (INSST, 2024).

En Colombia, las concentraciones máximas permisibles en los lugares de trabajo con sustancias nocivas o peligrosas fueron reglamentadas mediante la Resolución 2400 de 1979, donde se establece que se tendrán en cuenta los límites de exposición establecidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH). Para ello, este organismo ha definido los Valores Límite Umbral (Threshold Limit Values - TLV), entendidos como las concentraciones de una sustancia química presentes en el aire y representan las condiciones a las cuales todos los trabajadores pueden estar expuestos de forma repetida, día tras día, a lo largo de su vida laboral, sin que ello tenga efectos adversos para la salud (ACGIH, 2026). Dichos valores se clasifican en cuatro categorías:

- **TLV-TWA (Threshold Limit Value - Time-Weighted Average). Promedio ponderado en el tiempo:** concentración promedio a la que puede estar expuesto un trabajador durante una jornada laboral de 8 horas diarias y 40 horas semanales.
- **TLV-STEL (Threshold Limit Value - Short-Term Exposure Limit). Límite de exposición a corto plazo:** concentración máxima permitida durante un período continuo de 15 minutos, que no debe superarse en ningún momento de la jornada. La exposición por encima del TWA y hasta el STEL, debe durar menos de 15 minutos, no debe producirse más de cuatro veces al día y debe existir un intervalo de, al menos, 60 minutos entre exposiciones sucesivas.
- **TLV-SL (Threshold Limit Value - Surface Limit). Límite de superficie:** concentración en los equipos del lugar de trabajo y en las superficies de las instalaciones, especialmente para agentes que pueden absorberse por la piel o tengan efectos de sensibilización respiratoria o cutánea.
- **TLV-C (Threshold Limit Value – Ceiling). Valor techo:** concentración que no debe superarse en ningún instante, ni siquiera de forma momentánea.

Ajuste de los límites según la jornada laboral

Los límites de exposición ocupacional fueron desarrollados para proteger la salud de los trabajadores frente a los efectos que pueda generar una sustancia química, teniendo en cuenta condiciones específicas de exposición. En tal sentido, la frecuencia y duración de esta influyen directamente en su aplicación e interpretación. Por tanto, cuando la jornada laboral difiere de aquella para la cual fue establecido el límite de exposición, la dosis total del contaminante absorbida por el organismo puede variar, debido a que un mayor tiempo de exposición incrementa la dosis recibida y reduce el tiempo de recuperación fisiológica entre jornadas, lo que puede aumentar el riesgo de efectos adversos para la salud, aun cuando la concentración del agente químico en el ambiente de trabajo permanezca constante (ACGIH, 2026).

Con base en lo anterior, al revisar las definiciones de los diferentes límites de exposición, se observa que los TLV-STEL, TLV-SL y TLV-C no requieren ajustes en función de la jornada laboral, ya que están asociados a exposiciones de corta duración y buscan evitar que se superen concentraciones máximas que puedan ocasionar efectos agudos o inmediatos sobre la salud, independientemente del tiempo total trabajado. Caso contrario ocurre con el TLV-TWA, dado que este indicador representa una concentración promedio ponderada en el tiempo para una exposición de ocho horas diarias y cuarenta horas semanales.

Siendo así, en la literatura se han descrito numerosos modelos matemáticos para ajustar los límites de exposición ocupacional a horarios de trabajo distintos a los de referencia. Ejemplo de ello es el 'Modelo Brief y Scala', que reduce el TLV proporcionalmente tanto para el aumento del tiempo de exposición como para la reducción del tiempo de recuperación entre jornadas (es decir, periodos de tiempo sin exposición). Por consiguiente, el ajuste del TLV-TWA se determina mediante un factor de reducción (FR), bajo la siguiente ecuación:

$$TLV_{TWA-ajustado} = TLV_{TWA} \times factor\ de\ reducción\ FR$$

$$FR_{diario} = \frac{8}{horas\ trabajadas\ al\ día} \times \frac{24 - horas\ trabajadas\ al\ día}{16}$$

$$FR_{semanal} = \frac{40}{horas\ trabajadas\ por\ semana} \times \frac{168 - horas\ trabajadas\ por\ semana}{128}$$

Aunque este modelo destaca por su facilidad de uso, no debe utilizarse para justificar exposiciones muy elevadas como "admisibles" cuando los periodos de exposición son cortos, es decir, concentraciones superiores al TLV-TWA compensadas con tiempos prolongados de exposición nula. Por lo tanto, el 'Modelo Brief y Scala' aplica siempre y cuando la jornada laboral no sea inferior a ocho horas diarias o cuarenta horas semanales y el trabajador permanezca expuesto durante la mayor parte del tiempo (CCOHS, 2022).

¿Influye la reducción de la jornada laboral?

En Colombia, la reducción progresiva de la jornada laboral establecida por la Ley 2101 de 2021 ha generado nuevos retos para las organizaciones. De hecho, desde el pasado 15 de julio, la jornada máxima legal se fijó definitivamente en 42 horas semanales.

En tal sentido, para dar continuidad a las operaciones se han implementado estrategias como la disminución de la duración de la jornada diaria, la redistribución de las horas de trabajo entre los días de la semana, la implementación de turnos rotativos o escalonados y la reorganización de los ciclos de trabajo y descanso, entre otros.

Si bien una disminución de la jornada legal podría sugerir una menor exposición, esta relación no siempre es directa, ya que la exposición real depende del tiempo efectivo durante el cual el trabajador interactúa con el agente químico, de la organización de las tareas y de las condiciones del proceso. Por ende, si las tareas se concentran en menos tiempo, cambian los turnos o se modifican los ciclos de trabajo, la exposición efectiva puede mantenerse o, incluso, aumentar. De este modo, la necesidad de ajustar los límites de exposición ocupacional dependerá de la forma en que se distribuya la jornada laboral y del tiempo efectivo de exposición al agente químico.

Con base en lo anterior, cuando la reducción de la jornada se implementa manteniendo jornadas iguales o inferiores a ocho horas diarias, no es necesario ajustar el TLV-TWA ya que este límite fue desarrollado precisamente para una jornada de referencia de 8 horas por día y 40 horas por semana. Por el contrario, cuando la reducción de la jornada conlleva turnos de trabajo extendidos superiores a las ocho horas diarias o esquemas de trabajo atípicos, sí debe evaluarse la necesidad de ajustar el TLV-TWA debido a que el trabajador permanece expuesto durante un mayor tiempo y dispone de un menor periodo de recuperación fisiológica entre jornadas. En estos casos, es recomendable calcular tanto el factor de ajuste diario como el semanal y adoptar el criterio más conservador, es decir, aquel que resulte en el TLV-TWA ajustado más bajo (CCOHS, 2022).

En la práctica, la necesidad de ajustar el TLV debe evaluarse caso por caso, considerando la distribución de la jornada laboral, el tiempo efectivo de exposición, las características toxicológicas del agente químico y el juicio profesional de un experto en higiene industrial, para garantizar entornos de trabajo realmente seguros.

Referencias

ACGIH. (2026). TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices.

CCOHS. (2022). Higiene Ocupacional - Límites de Exposición Ocupacional. *https://www.ccohs.ca/oshanswers/hsprograms/occ_hygiene/occ_exposure_limits.html*

INSST. (2024). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2024. *https://www.insst.es/documents/d/portal-insst/lep-2024*

OMS. (2022). Kit de herramientas de la OMS para la evaluación de riesgos que afectan a la salud humana: peligros químicos. *https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/b9c48860-7cef-447a-947c-e5bc29aa7cc0/content*