

2016



Guía Técnica

CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL



#PrevenirEsTrabajoDeTodosLosDias



Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud humana como el perfecto estado de equilibrio y de bienestar físico, psíquico y social. El desarrollo de cualquier actividad laboral cualquiera provoca modificaciones en el ambiente de trabajo que originan estímulos agresivos para la salud de los trabajadores implicados. Dichos estímulos, que reciben el nombre de **contaminantes**, pueden presentarse como porciones de materia (inerte o viva), así como manifestaciones energéticas de naturaleza diversa y su presencia en el entorno laboral da lugar a lo que se conoce como **riesgo higiénico**

Clasificación de Contaminantes

Los contaminantes se dividen en tres categorías fundamentales de agentes potencialmente dañinos: químicos, físicos y biológicos

Contaminantes químicos

Son los **constituidos por materia inerte** y pueden presentarse en el aire en forma de **moléculas individuales** (gases, vapores) o de **grupos de moléculas** (aerosoles). La diferencia entre ambas radica en el tamaño de partículas y en su comportamiento al ser inhalados.



Contaminantes físicos

Son **distintas formas de energía** que, generadas por fuentes concretas, **pueden afectar a los que están sometidos a ellas**. Estas energías pueden ser **mecánicas, térmicas o electromagnéticas** y debido a sus esenciales diferencias dan lugar a **efectos muy distintos entre sí**.



Contaminantes biológicos

Abarcan a los **seres vivos microscópicos** (microbios, virus, hongos, etc.) que pueden estar presentes en el ambiente de trabajo y **que son capaces de producir una enfermedad característica**, como la hepatitis para los trabajadores sanitarios.



Riesgo Higiénico

Puede definirse como la **probabilidad de sufrir alteraciones en la salud por la acción de los contaminantes**, también llamados factores de riesgos, durante la realización de un trabajo.

Lo integran los siguientes factores de riesgo:

1. **Naturaleza del Contaminante**
2. **Vías de Entrada en el Organismo**
3. **Tiempo de Exposición**
4. **Condiciones de Trabajo**
5. **Susceptibilidad Individual**

1. Naturaleza del Contaminante: En lo concerniente al efecto tóxico del mismo se clasifican en:

- **Irritantes:** Inflamación en la región anatómica con la que entran en contacto. *Ej. cloro, productos ácidos y alcalinos, etc.*
- **Asfixiantes:** Impiden el aporte de oxígeno a los tejidos. *Ej. nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, cianuros, etc.*
- **Narcóticos:** Depresores del sistema nervioso central. *Ej. hidrocarburos, alcoholes, ésteres, etc.*
- **Neumoconióticos:** Se depositan en los pulmones induciendo neumopatías. *Ej. sílice cristalina, amianto, etc.*
- **Tóxicos sistémicos:** Se distribuyen por el organismo produciendo efectos agresivos en uno o más tejidos u órganos. *Ej. plomo, magnesio, mercurio, metales pesados, etc.*
- **Alérgenos:** Reacciones antígeno-anticuerpo descontrolada. *Ej. isocianatos, polvo de ciertas maderas, etc.*
- **Carcinógenos:** Inducen proliferación celular desordenada. *Ej. amianto, benceno, compuestos hexavalentes de cromo, etc.*
- **Teratógenos:** Provocan malformaciones congénitas. *Ej. dioxinas, mercurio, bifenilos policlorados (PCB), etc.*
- **Mutágenos:** Actúan sobre el material genético, provocan alteraciones hereditarias. *Ej. benzo - a - pireno, acetaldehído, formaldehído, estireno, etc.*

2. Vías de Entrada al Organismo

- **Vía Inhalatoria:** Es la vía de entrada más rápida e importante, para la mayoría de las sustancias químicas. Los gases, humos, vapores y material particulado sólido pueden ingresar al organismo por esta vía.
- **Vía Dérmica:** Comprende toda la superficie exterior que envuelve el cuerpo humano. No todas las sustancias pueden



atravesar la barrera de la piel. Se debe tener presente, que esta penetración puede ser directa o bien transportada por otra sustancia. Es la segunda vía de entrada en importancia y para algunos contaminantes, el principal motivo por el que se debe tener más precaución.

- **Vía Ocular:** Es una vía poco usual donde el ingreso de sustancias se efectúa a través de la mucosa conjuntiva del ojo, pudiendo generar daños locales severos. Los agentes químicos y/o biológicos pueden alcanzar esta vía por proyecciones o aerosoles y por contacto con superficies impregnadas, al frotarse los ojos con las manos sucias, etc.
- **Vía Digestiva:** Es una vía de penetración poco corriente, ya que las sustancias con las que se trabajan pueden ingresar por vía digestiva, atento a la falta de hábito higiénico al momento de comer, fumar y/o beber; o conservar y/o ingerir los alimentos, bebidas y cigarrillos en una zona contaminada.
- **Vía Parenteral:** Es la penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel, una herida abierta o un pinchazo. Es la vía de entrada más grave para los contaminantes biológicos y para ciertas sustancias químicas.



3. Tiempo de Exposición

La cantidad de producto absorbido por el organismo se denomina **Dosis**. En las exposiciones laborales se utiliza la denominada **Dosis Vía Inhalatoria**, la cual surge del producto entre la concentración del contaminante en el ambiente de trabajo y el tiempo de exposición a dicha contaminante. Es decir:

Dosis Vía Inhalatoria:

concentración del contaminante x tiempo de exposición

Por otra parte, debe considerarse también el estudio de las posibles exposiciones por vía dérmica o digestiva, y una estimación de la importancia de esas exposiciones, no sólo por el riesgo que puedan suponer cada una de ellas, sino por la contribución a la dosis global absorbida por los trabajadores.

Dado que no es posible cuantificarlas, el objetivo es recabar información sobre las sustancias manipuladas y determinados factores de riesgo que permitan decidir acerca de las medidas preventivas a adoptar y la priorización en la aplicación de las mismas

4. Condiciones de Trabajo

Las condiciones de trabajo son aquellas que están vinculadas al estado del entorno laboral, y refieren a las características del trabajo en relación con la seguridad y salud del trabajador. Forman parte de ellas, el ambiente de trabajo, los equipos, los productos, instalaciones y útiles de dicho ambiente, cuestiones de organización del trabajo, entre otros factores que inciden en el bienestar y la salud del trabajador. Toda modificación positiva en cualquiera de estos aspectos, orientada a eliminar y/o corregir los riesgos del trabajo, redundará en el mejoramiento de dichas condiciones.

5. Susceptibilidad Individual

Existen entre los seres humanos amplias diferencias en la forma e intensidad de la respuesta a las sustancias químicas tóxicas. Es el caso de dos compañeros de trabajo que desempeñaron funciones idénticas durante 30 años y que -por lo tanto- estuvieron expuestos al mismo ambiente. Uno desarrolla una enfermedad inducida por las exposiciones a los contaminantes químicos presentes en el ambiente de trabajo y el otro no. Nadie es idéntico a otro y las respuestas tóxicas pueden variar de un individuo a otro. A lo expresado puede agregarse variaciones en la susceptibilidad de un individuo a lo largo de su vida.

Las diferencias de susceptibilidad pueden atribuirse a diversos factores que pueden afectar a la velocidad de absorción, la distribución en el organismo y la velocidad de biotransformación y/o excreción de una determinada sustancia. Está claramente demostrada la relación de los factores hereditarios -conocidos o desconocidos- con el aumento de la susceptibilidad a la toxicidad química en los seres humanos.

Entre los factores que intervienen en la susceptibilidad individual, pueden mencionarse los siguientes:

- Las características constitucionales relacionadas con la edad y el sexo,
- los estados patológicos preexistentes o un deterioro de la función de un órgano (no hereditario, es decir adquirido),
- los hábitos alimentarios y de consumo de tabaco, alcohol y fármacos,
- la exposición simultánea a factores físicos (radiación, humedad, temperaturas sumamente bajas o altas y/o presiones del ambiente de trabajo),
- las situaciones de coexistencia de tensión psicológica,
- la exposición simultánea a otras sustancias no necesariamente tóxicas (por ejemplo, a metales esenciales).

Las posibles contribuciones de estos factores al aumento o la reducción de la susceptibilidad a efectos adversos sobre la salud, así como sus mecanismos de acción, son específicos de cada sustancia química.

Nivel de Exposición en Ambientes de Trabajo

El conocimiento de la concentración del contaminante químico en el ambiente y/o puestos de trabajo, se alcanza luego de haber cumplimentado las siguientes etapas:

1. Reconocimiento de las diversas fuentes emisoras de contaminantes presentes en los ambientes de trabajo, en los cuales puedan existir puestos de trabajo vinculados o no a un proceso productivo, incluyendo la identificación de los contaminantes químicos, las secciones, sectores, puestos de trabajo, tareas realizadas en los mismos, tiempos y frecuencias de exposición del personal involucrado.

2. Discriminación de aquellos contaminantes para los cuales resulte necesario efectuar el monitoreo de los mismos en el ambiente laboral en el cual se encuentren, de los que y a criterio del profesional idóneo interviniente, pueda resultar de suma importancia, el adoptar directamente medidas correctivas y preventivas sobre la fuente de emisión, orientadas a eliminar o disminuir la concentración de dichos contaminantes a niveles inferiores a sus límites permisibles establecidos en la legislación vigente.

3. Selección del método de toma de muestra con o sin tratamiento analítico específico para cada contaminante que deba ser monitoreado, dependiendo del tipo de captación del contaminante y por lo tanto el instrumental de campo a utilizar.

a) **Captación activa:** Se requiere de la utilización de un sistema activo, normalmente una bomba de monitoreo portátil, encargado de vehicular el aire con el contaminante a través de un dispositivo toma muestra, tal como filtro membrana, lavador de gases, captación con sólidos adsorbentes, etc., con el cual la muestra resultante requerirá del tratamiento analítico específico.



Casete con membrana



Lavador de gases (Implinger)

Por otra parte, también puede mencionarse la existencia de instrumental de lectura directa, como detectores portátiles de gases, monitores de material particulado, espectrofotómetro infrarrojo portátil, etc.



Espectrofotómetro portátil



Explosímetro
(Detector de gases)

La precisión del instrumental señalado viene determinada por el fabricante, y su utilización exige, por otra parte, calibraciones periódicas, las cuales pueden ser llevadas a cabo por el propio usuario, laboratorio u organismo de reconocida competencia en el tema, en cuyo caso es importante que se disponga del correspondiente certificado a efectos de asegurar la calidad en la determinación.

b) **Captación pasiva:** Su nombre responde a la ausencia de un caudal de aire vehiculado por una bomba. El proceso de captación consiste en la fijación del contaminante por difusión en el captador.



Pueden mencionarse también los dispositivos de lectura directa que son aquellos en los que la toma de muestra y la determinación de la concentración es simultánea, siendo por lo tanto rápida, ya que no requieren tratamiento analítico. Ej. tubos colorimétricos, etc.

Otro aspecto importante a valorar es la existencia de dispositivos que pueden trabajar de forma activa, haciendo pasar aire por el mismo mediante una bomba o de forma pasiva, basándose en el principio de la difusión comentado anteriormente, Ej. tubos de carbón activado.

El método de toma de muestra y análisis deberá ser el proveniente de entidades internacionales o nacionales de reconocida competencia en materia de higiene industrial.

Ej. NIOSH, ACGIH, UNE-EN, OSHA, entre otros. A los fines de visualizar más claramente lo expresado, se adjunta a modo de ejemplo, en el Anexo de esta guía el Método 0600, Versión 3, para el Muestreo y Análisis de Partículas Respirables no especificadas en otra parte, proveniente de NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition.

4. **Realización** del monitoreo de los contaminantes químicos reconocidos y discriminados en las etapas 1° y 2°, mediante la aplicación del método de toma de muestra seleccionado en la etapa 3°, teniendo en cuenta que previo a su efectivización, se deberá verificar que las condiciones operativas del puesto y su entorno inmediato, sean las habituales, es decir que no hayan sido modificadas. El tratamiento analítico será aplicado, dependiendo del método de toma de muestra seleccionado en la etapa 3°.
 5. **Consideración** de los siguientes requisitos a cumplir para el transporte de las muestras resultantes de la etapa 4°, sean éstas de lectura directa y/o que requieran tratamiento analítico:
 - **Precintar** las muestras inmediatamente después de su captación.
 - **Empaquetar** las muestras en contenedores adecuados para su transporte.
 - **Incluir** en cada lote de muestras una muestra en blanco. (*Muestra por la que no se ha hecho pasar aire*)
 - **No colocar** en el mismo contenedor muestras ambientales y muestras de materias primas o productos.
 - **No almacenar** las muestras, enviarlas inmediatamente al laboratorio por el procedimiento más rápido posible.
 - Una vez en el laboratorio **conservarlas adecuadamente** hasta el momento de su análisis.
 - **No abrir** una muestra hasta el momento en que vaya a ser analizada.
 6. **Obtención de los resultados**, los cuales serán expresados en unidades de concentración compatibles con las que se expresan los límites máximos permisibles establecidos en la legislación vigente, de los contaminantes monitoreados.
1. **Acciones sobre la fuente emisora del contaminante**
 - Modificaciones del proceso productivo
 - Aislamiento de las etapas productivas contaminantes
 - Operaciones con método húmedo para reducir el polvo en el ambiente
 - Adecuado mantenimiento de las maquinarias e instalaciones
 2. **Acciones sobre el medio de transmisión entre la fuente emisora y el trabajador**
 - Sistemas de extracción localizada y ventilación general
 - Mantenimiento de los sistemas de extracción y ventilación
 3. **Acciones sobre el trabajador**
 - Capacitación sobre los riesgos químicos inherentes a su puesto de trabajo y las medidas preventivas que debe adoptar durante la realización de su tarea;
 - Ubicación del trabajador en un recinto auxiliar debidamente protegido.
 - Evitar el consumo de alimentos y/o bebidas como así también el fumar en el ambiente/ puesto de trabajo.
 - Utilizar los elementos de protección personal otorgados por el empleador, los cuales deberán contar con la certificación de calidad otorgada por el proveedor. (*)

** Su utilización será determinada como el "último eslabón de la protección" ante la detección del riesgo químico, toda vez que el mismo, haya sido previamente tratado de eliminar, aislar o minimizar o durante la aplicación de la medida correctiva y preventiva, la cual demande un tiempo considerable.*

Con referencia a los resultados obtenidos de las muestras que hayan requerido tratamiento analítico, será necesario corregir el volumen total de aire muestreado llevándolo a condiciones de referencia en Higiene Industrial (298°K y 1 atm).

Resultados y tratamiento analítico

Medidas Correctivas y/o Preventivas: Dado que el grado de riesgo es dependiente de la concentración del contaminante y del tiempo de exposición (dosis), está claro que para reducir el riesgo habrá que actuar sobre ambos parámetros.

Las acciones para reducir la concentración de contaminantes químicos a los que se halle expuesto el trabajador, deben efectivizarse teniendo en cuenta el siguiente orden: