

**HIGIENE Y SEGURIDAD**

**“Contaminación Ambiental”**

***Alumno:***

* Almada, Juan
* Feliu Facundo
* Herrera, Daniel
* Pastorelli, Enzo

Año 2018

**Introducción**

**Interrelación hombre-tarea-ambiente**

El control de la contaminación del aire en los lugares de trabajo es un aspecto muy importante de todo programa de Higiene Laboral. Es parte de un tema más general: La Contaminación del Aire, sin embargo su estudio ha tenido un desarrollo casi autónomo y en muchos aspectos ha precedido a la preocupación por otras caras del problema tales como la Contaminación de la Atmósfera General.

Si bien en algunos tipos de industria (química, textil, molinos de minerales, etc.) el factor contaminación del aire es prioritario cuando se lo compara con otros (ruidos, carga térmica, etc.) es también cierto que existe en mayor o menor grado en todo tipo de actividades.

Se puede decir que el uso de sustancias químicas en una tarea puede ocasionar el pasaje de parte de esa sustancia al aire, su mezcla o suspensión en él y la posibilidad del contacto por la vía respiratoria de los obreros.

*En toda actividad productiva hay una interrelación HOMBRE-AMBIENTE-TAREA que conviene sea descripta. La tarea es realizada por el hombre en un ámbito denominado AMBIENTE mediante el empleo de equipos, materiales y el consumo de energía.* Si bien el trabajo es realizado por el hombre, *a su vez ejerce una acción sobre el ambiente, ya sea directamente o volcando en él una serie de subproductos no deseados tales como: contaminantes, ruidos, vibraciones. A este tipo de contaminación la denomina: Contaminación del Ambiente de Trabajo.*

El hombre sometido a la acción directa o indirecta de los productos contaminantes de la tarea, reacciona mediante mecanismos defensivos. *Cuando el efecto producido en su organismo supera sus capacidades anatómicas y fisiológicas, las defensas se ven superadas y aparecen daños demostrables objetivamente. La función de la Higiene del Trabajo es evitar estos daños mediante las medidas de prevención y corrección adecuadas.*

*Estas son premisas en las que se basa la higiene del trabajo:*

1. *Los factores ambientales inciden sobre todo sistema biológico expuesto a ellos.*
2. *Los factores ambientales pueden tener una acción positiva, neutra o perjudicial sobre los sistemas biológicos.*
3. *Esta acción depende del nivel que tengan esos factores en el ambiente, y del tiempo de exposición.*
4. *Los niveles perjudiciales están precedidos por niveles que ejercen acciones de alerta*
5. *Los efectos de alerta en sus distintas formas permiten detectar situaciones de pre-daño.*
6. *Los efectos perjudiciales pueden ser evaluados cuantitativamente y permiten establecer criterios de daño sobre los sistemas biológicos.*
7. *Tanto los criterios de daño como los niveles de tolerancia son datos estadísticos aplicables a un porcentaje de la población laboral que se desea proteger*
8. *Aplicando la técnica adecuada de control es posible mantener niveles de exposición por debajo de los límites de tolerancia.*

 **Definiciones**

***AMBIENTE DE TRABAJO:*** *Conjunto formado por la ubicación física, equipos, materiales y tareas desarrolladas por un trabajador en el desempeño de su trabajo.*

***CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA:****Sustancia contenida en el aire que no forma parte de la composición normal de éste, o que está presente en una cantidad anormal.*

***COMPOSICIÓN DEL AIRE:***

* *Nitrógeno: 78%*
* *Oxígeno: 21%*
* *Dióxido de Carbono: 0,2%*
* *Gases Inertes*

***CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LOS AMBIENTES DE TRABAJO:*** *Presencia en el aire del ambiente de trabajo de sustancias en concentraciones tales que en el tiempo habitual de exposición, pueden producir efectos en los trabajadores.*

**Generación y diseminación de contaminantes**

*En el ambiente de trabajo se pueden encontrar uno o más contaminantes suspendidos en el aire. Es importante analizar su forma de generación, ya sean gaseosos o particulados y también la disminución del oxígeno del aire*.

**Gaseosos**

Su mezcla con el aire es rápida, su densidad puede ser menor o mayor que el aire. En el primer caso su mezcla es rápida pero no es peligroso el segundo caso en el cual se pueden producir acumulaciones cerca del suelo y por debajo de este nivel creando situaciones de riesgo especial.

Si bien la velocidad de generación de gases o vapores depende del tipo de proceso que los origina, desde el punto de vista de contaminación accidental, los que se mantienen bajo presión y/o temperatura elevada son los que poseen mayor potencial de riesgo.

**Partículas**

Las partículas sólidas que constituyen los polvos industriales generados por fragmentación, pueden suspenderse en el aire directamente o resuspenderse por agitación de polvos depositados sobre el piso y otras superficies.

**Disminución del oxígeno**

Puede originarse de dos maneras:

* Desplazamiento por otros gases
* Consumo

En el primer caso para gases de mayor densidad que el aire, hasta que la mezcla se haga homogénea, el gas que desplaza se ubicará cerca del nivel más bajo, creado zonas de alto riesgo, en cambio si los gases son de menor densidad que el aire, el desplazamiento de éste se hará hacia arriba, situación que puede ser útil para escape en emergencias.

En el segundo caso, el consumo se produce por reacciones de oxidación, de las cuales la respiración del hombre es la más común, otras situaciones son las soldaduras y corte de metales con soplete.

Este consumo es crítico en lugares confinados o mal ventilados, ya que el oxígeno puede agotarse rápidamente.

La evaluación de estos ambientes previa al acceso y durante las tareas debe incluir análisis periódicos de oxígeno.

**Objetivos del estudio de la contaminación en lugares de trabajo**

1. Proteger la salud del trabajador.
2. Evitar molestias intolerables al trabajador.
3. Cumplir con la ley.
4. Proteger las instalaciones de riesgos de incendio, etc.
5. Demostrar cumplimiento, por parte del empleador, de los límites de contaminación

**Unidades**

Hay dos tipos principales:

* para expresar concentración volumétrica (V/V)
* para expresar concentración másica (P/V)
* Concentración volumétrica:

Ppm: partes por millón en estado gaseoso del contaminante en un millón de partes de aire.

El volumen se mide en condiciones de 25ºC y 760 mm de Hg.

Porcentaje (%): porcentaje el contaminante gaseoso en 100 partes de aire (V/V)

* Concentración másica:

Mg/m3: miligramos del contaminante (sólido, liquido o gaseoso) en un metro cúbico de aire.

Kg/m3: con el estudio de sustancias con límites de exposición muy bajos.

 **Fuentes de contaminación**

Podemos clasificarlas en habituales (asociadas con procesos productivos) o accidentales (incendios, derrames, pérdidas, fugas, etc.).

Procesos abiertos de funcionamiento permanente

Permanentes

Procesos cerrados con apertura programada

Intermitentes

Procesos abiertos con funcionamiento ocasional

Habituales

FUENTES

Accidentales

Procesos más frecuentemente identificados en la industria como fuentes de contaminación.

* Combustión
* Fusión de metales (soldadura)
* Líquidos o soluciones calientes
* Uso de solventes
* Procesos que generan polvos o nieblas: pulido, molido, serruchado, tamizado, etc.
* Uso de materiales bajo presión
* Tratamiento superficial de metales (cromado, niquelado, grabado, limpieza)

 ***Mezclas***

*Cuando se presentan simultáneamente varios contaminantes en el aire las condiciones deben ser estudiadas para establecer nuevos límites, si es necesario. Esto depende del tipo de acción de cada contaminante. Se dan varios casos:*

* Los efectos son aditivos: cuando se miden por separado, la formula general para su cumplimiento es:

**

* Los efectos son independientes: cada uno evaluado por separado debe cumplir con su propio límite:
* Los efectos son sinérgicos: los efectos producidos por la mezcla son mayores que la suma de ambos.

Ejemplo: cigarrillo + amianto producen una incidencia de cáncer en las vías respiratorias, superior a la producida por los dos cuando actúan separadamente.

* Los efectos son antagónicos: los efectos de la mezcla son menores a la suma de los efectos tomados por separado.

Ejemplo: los vapores de óxidos de nitrógeno inhalados con polvo de óxido de hierro producen menor daño que separadamente.

Los casos de efectos sinérgicos y antagónicos se analizan según estudios especiales.

*Por ejemplo:*

**Ejemplo A. 1.**El aire contiene 400 ppm de acetona (CMP, 500 ppm), 150 ppm de acetato de secbutilo(CMP, 200 ppm) y 100 ppm de metiletilcetona (CMP, 200 ppm).

Concentración ambiental de la mezcla = 400+150+100 = 650 ppm de la mezcla.

400/500 + 150/200 + 100/200 = 0.80 + 0.75 + 0.5 = 2.05

Se sobrepasa el valor límite umbral de la mezcla. (extraído del decreto 295/03).

**Dosis, Concentraciones y Límites**

* **Límites de exposición**

Se establecen en base a algún efecto indeseable. Nos referimos a límites en relación con los efectos sobre los trabajadores.

Los trabajadores inhalan un contaminante dado en su lugar de trabajo en función de dos ***parámetros externos*** al organismo:

C: concentración del contaminante en el aire

T: tiempo de exposición.

E: exposición

E = C x T

Debe tenerse en cuenta el caudal respiratorio, que condiciona la cantidad de contaminante que penetra en el aparato respiratorio es:

Q = V x n

V: volumen introducido por cada movimiento respiratorio (0.6 L)

n: número de movimientos respiratorios por minuto (18)

La dosis total diaria

**Dt = E x Q**

Estos factores externos no nos dicen cuanto contaminante se incorporó al organismo, para esto se deben conocer los ***factores internos***:

F: coeficiente de absorción

Cd: coeficiente de depuración

Con estos factores se obtiene la dosis efectiva (De) que debe entenderse como dosis de efecto perjudicial para los fines de la higiene industrial.

**De = Dt x F x Cd**

*Como el error de este método es demasiado grande, se adopta otra metodología que consiste en la observación de poblaciones sometidas a diferentes exposiciones con un contaminante. Estos estudios pueden ser:*

* *Toxicológicos*
* *Epidermiológicos*

*En toxicología se aplica la ley de HABER:*

*K: constante llamada índice de efecto*

*C: concentración expresada como mg/kg de peso*

*T: tiempo*

***K = C x T***

Para un efecto dado, la concentración puede variar, siempre que el producto sea constante

* **Límites admisibles**

El limite cero de una sustancia manipulada por el trabajador es teóricamente deseable pero en la práctica carece de significado como objetivo.

Se debe establecer un valor de concentración en un tiempo dado que no produzca efecto. Los efectos más importantes sobre la salud son: enfermedad, irritación intolerable, sensibilización, muerte.

Una vez conocida una concentración que puede producir el efecto (o criterio de daño) se adopta un límite inferior, tomando un factor de seguridad. Estos factores varían según el tipo de daño que producen los contaminantes.

Los criterios de daño en las leyes argentinas se llaman efectos adversos y los límites se determinan según estudios epidemiológicos en industrias o estudios toxicológicos en los animales de laboratorio.

En la Argentina, IRAM ha normalizado la terminología para los límites, llamándolos “Concentraciones o Límites Máximos.”

* *Limite admisible de concentración (CA):* concentración de un contaminante en el aire que permite la exposición de la mayor parte de los trabajadores sin efectos adversos.
* *Limite admisible de concentración para la jornada laboral (CAL):* concentración admisible para exposiciones diarias durante toda la vida laboral, sin efectos adversos. No protege al 100% de los trabajadores, los más susceptibles pueden afectarse.
* *Limite admisible de concentración promedio para la jornada laboral (CAP):* es la CAL calculada como promedio ponderado en el tiempo para 8 horas diarias y 40 horas semanales.

$$CAP=\frac{\sum\_{}^{}Ci . ti}{8}$$

No se debe confundir el *límite admisible,* que es el ***número legal*** para clasificar una exposición como segura o no desde el punto de vista de la salud, con la *concentración promedio* que es el valor obtenido de ***mediciones*** realizadas en el ambiente de trabajo.

Los límites expresados como concentraciones promedio se aplican a sustancias cuyos efectos se producen después de exposiciones reiteradas, durante largo tiempo (efectos crónicos).

* *Limite admisible de concentración máxima (CAM):* es la CAL que no debe ser sobrepasada en ningún momento de la jornada laboral. Se utiliza en sustancias con efectos agudos, es decir, producen efectos con una sola exposición. Corresponde establecer CAM para sustancias cuyo efecto depende más de la concentración en el aire que del tiempo de exposición.
* *Factor de tolerancia (Ft):* factor que multiplicado por la CAP indica la concentración que no debe ser sobrepasada en ningún momento de la jornada laboral (excluye las sustancias con CAM).
* *Limite admisible de concentración para períodos breves (CAB):* similares al Ft x CAP pero con las siguientes limitaciones: no pueden darse más de 4 lapsos a esa concentración en la jornada, no pueden durar más de 15 minutos cada uno y debe haber una separación mínima de una hora entre picos.

$$CAB=\frac{\sum\_{}^{}Ci . ti}{15}$$

* **Límites para períodos especiales**

La CAP se aplica a 8hs diarias y 40 semanales, cuando se trabaja con otros esquemas horarios los limites deben ser corregidos.

Un método sencillo se basa en el concepto que el aumento de horas de exposición disminuye el tiempo de recuperación. Se debe calcular un factor de reducción FR:

*h:* horas trabajadas

Esta reducción se aplica a CAP y CAM, excepto a esta última si produce efectos irritantes.

El procedimiento de fijación de límites para periodos especiales no se aplica a vivir (24 horas), ni a esquemas horarios de menos de 7hs diarias y 35 semanales. No son necesarios los límites para sustancias que se acumulan lentamente en el cuerpo si se cumplen las 40 hs semanales.

* **Límites para asfixiantes simples**

Son gases cuya única propiedad peligrosa para la salud es el desplazamiento del oxígeno del aire con el resultante de su disminución a concentraciones inferiores a 18% (V/V).

* **Límites para partículas**

Están relacionadas con la ubicación del aparato respiratorio donde se absorben o ejercen su acción nociva y con los métodos de muestreo y análisis. El riesgo en potencia depende del tamaño de las partículas así como la concentración másica.

*A – Masa de partículas Inhalable (IPM)*

$IPM(d\_{ae}$**) = 0,5 [ 1 + exp ( -0,06** $d\_{ae}$ **) ] para 0 <**$d\_{ae} $**≤ 100 µm**

$IPM(d\_{ae}$): eficacia de captación

$d\_{ae}$: diámetro aerodinámico de la partícula

*B– Masa de partículas TORACICA (IPM)*

$IPM(d\_{ae}$**) =** $IPM(d\_{ae}$**) [ 1 - F (x) ]**

F(x)= función de probabilidad de una variable x normal estandarizada

$x=\frac{ln⁡(\frac{d\_{ae}}{ɼ})}{ln⁡(\sum\_{}^{})}$ donde $ɼ$ = 11,64 mm y ∑ = 1,5

*C- Masa de Particula respirable (RPM)*

$RPM(d\_{ae}$**) =** $IPM(d\_{ae}$**) [ 1 - F (x) ]**

F(x) tiene el mismo significado pero con $ɼ$ = 4,25 µm y ∑ = 1,5

* **Límites biológicos**

Los contaminantes al circular o eliminarse del organismo lo hacen de tal forma que pueden dar pautas de la cantidad que ha ido incorporándose durante un lapso dado. Cuando se determina una buena correlación entre la concentración en sangre, orina, etc. y la concentración en aire, se pueden establecer límites en los fluidos que aseguren la ausencia de efectos perjudiciales. A estas concentraciones se las denomina límites biológicos.

Es conveniente usar métodos biológicos de evaluación cuando:

* Se trabaja con sustancias químicas cuya absorción por la piel es una vía de entrada significativa.
* Las sustancias manipuladas tienen una alta toxicidad crónica.
* Las sustancias no tienen métodos adecuados de evaluación en el aire de los lugares de trabajo.
* Se trata de compuestos con efecto cianogénico. (Se llama sustancia cianogena al gas incoloro de olor penetrante, compuesto por nitrógeno y carbono).
* **Límite para cancerígenos**

Hay varias tendencias con respecto a la fijación de límites admisibles para estas sustancias.

La ACGIH (Conferencia americana de Higienistas Industriales del Gobierno) los clasifica en tres categorías:

* 1. Cancerígenos humanos con CAP establecida
* 2. Cancerígenos humanos sin CAP establecida. Son los más peligrosos y debe impedirse el contacto por cualquier vía.
* 3. Sustancias asociadas con procesos industriales, con posible potencial cancerígeno para el hombre, no confirmados. Puede o no tener CAP establecida.

La reglamentación 295/03 modificadora de los decretos anteriores estipula:

En la presente normativa, se especifican las tres categorías de CMP (Concentración Máxima Permisible) siguientes:

a) **CMP (Concentración máxima permisible ponderada en el tiempo):**

Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas/día y una semana laboral de 40 horas, a la que se cree pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos.

b) **CMP - CPT (Concentración máxima permisible para cortos períodos de tiempo):**

Concentración a la que se cree que los trabajadores pueden estar expuestos de manera continua durante un corto espacio de tiempo sin sufrir: 1) irritación, 2) daños crónicos o irreversibles en los tejidos, o 3) narcosis en grado suficiente para aumentar la probabilidad de lesiones accidentales, dificultar salir por sí mismo de una situación de peligro o reducir sustancialmente la eficacia en el trabajo, y siempre que no se sobrepase la CMP diaria. No es un límite de exposición independiente, sino que más bien complementa al límite de la media ponderada en el tiempo cuando se admite la existencia de efectos agudos de una sustancia cuyos efectos tóxicos son, primordialmente, de carácter crónico. Las concentraciones máximas para cortos períodos de tiempo se recomiendan solamente cuando se ha denunciado la existencia de efectos tóxicos en seres humanos o animales como resultado de exposiciones intensas de corta duración.

La CMP-CPT se define como la exposición media ponderada en un tiempo de 15 minutos, que no se debe sobrepasar en ningún momento de la jornada laboral, aún cuando la media ponderada en el tiempo que corresponda a las ocho horas sea inferior a este valor límite. Las exposiciones por encima de CMPCPT hasta el valor límite de exposición de corta duración 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. Se podría recomendar un período medio de exposición distinto de 15 minutos cuando lo justifiquen los efectos biológicos observados.

c) **CMP-C (Concentración Máxima Permisible - Valor Techo (c):**

Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento durante una exposición en el trabajo.

En la práctica convencional de la higiene industrial, si no es posible realizar una medida instantánea, el CMP-C se puede fijar cuando las exposiciones son cortas mediante muestreo durante un tiempo que no exceda los 15 minutos, excepto para aquellas sustancias que puedan causar irritación de inmediato.

Para algunas sustancias como, por ejemplo los gases irritantes, quizás solamente sea adecuada la categoría de CMP-C.

Para otras, pueden ser pertinentes una o dos categorías, según su acción fisiológica. Conviene observar que, si se sobrepasa uno cualquiera de estos valores límites, se presume que existe un riesgo potencial derivado de esa sustancia.

Los valores límites basados en la irritación física no deben ser considerados como menos vinculantes que aquéllos que tienen su fundamento en el deterioro físico u orgánico. Cada vez es mayor la evidencia de que la irritación física puede iniciar, promover o acelerar el deterioro físico del organismo mediante su interacción con otros agentes químicos o biológicos.

* **Límites de desviación**

Para la inmensa mayoría de las sustancias que tiene Concentración Máxima Permisible ponderada en el tiempo, no se dispone de datos toxicológicos suficientes que garanticen un límite de exposición de corta duración. No obstante, se deben controlar las desviaciones o variaciones por encima de la Concentración Máxima Permisible ponderada en el tiempo, aún cuando su valor para

***Clasificación de los contaminantes***

*Existen dos tipos de clasificación de los contaminantes:*

1. *Dada por la ley 19587 (351/79)*
2. *General*
3. ***Clasificación de contaminantes según la ley 19.587 (decreto 351/79)***

**a. Sensibilizante**: se refiere a la acción potencial de un compuesto para producir sensibilización. En los lugares de trabajo las exposiciones a compuestos sensibilizantes pueden ocurrir por las vías respiratoria, dérmica o conjuntiva. De un modo parecido, los sensibilizantes pueden evocar reacciones respiratorias, dérmicas o conjuntivales. La sensibilización ocurre frecuentemente por un mecanismo inmunológico, que no debe confundirse con otras condiciones o terminología como la hiperreactividad, susceptibilidad o sensibilidad. Inicialmente la respuesta a un compuesto sensibilizante pudiera ser pequeña o no existir. Sin embargo, después de que la persona se ha sensibilizado, la exposición siguiente puede causar respuestas intensas aún a exposiciones de baja concentración (muy por debajo del valor límite umbral). Estas reacciones pueden ser una amenaza durante la vida o pueden tener una respuesta inmediata o retardada.

**b. Partículas molestas:** Las excesivas concentraciones de polvos molestos en los ambientes de trabajo pueden reducir la visibilidad, producir depósitos molestos en los ojos, oídos y fosas nasales o producir daños en la piel o en las membranas mucosas, por una acción química o mecánica, ya que por sí mismo o porque se precise de una enérgica limpieza de la piel para su eliminación.
Para aquellas sustancias de este tipo y para otras a las que no se ha asignado un umbral límite específico, se fija el de 10 mg/m3 o 1.060 mppmc (millones de partículas por metro cúbico de aire) de polvo total, siempre que este contenga menos de 1% de sílice.

**c.Partículas (insolubles) no especificadas de otra forma (PNEOF):** estos compuestos pueden no causar fibrosis o efectos sistémicos, no son biológicamente inertes. Por otra parte, las concentraciones elevadas de la materia particulada no tóxica se las ha asociado ocasionalmente con situaciones fatales conocidas como proteinosis alveolar. Pueden inhibir el aclaramiento de las partículas tóxicas de los pulmones.

**d. Asfixiantes simples. Gases o vapores inertes:** Cierto número de gases o vapores cuando se hallan presentes en el aire a altas concentraciones actúan fundamentalmente como asfixiantes simples sin otro efecto fisiológico significativo. Para cada asfixiante simple no puede recomendarse umbral límite alguno, debido a que el factor determinante es el oxígeno disponible.
En condiciones normales de presión atmosférica (es decir, equivalentes a una presión parcial de oxígeno -pO2 135 mm. Hg) el contenido mínimo de oxígeno debe ser del 18% expresado en volumen. Las atmósferas deficientes en O2 no originan signos adecuados de alarma y la mayoría de los asfixiantes simples son inodoros. Algunos asfixiantes simples tienen además riesgo explosivo. Este factor debe tenerse en cuenta al fijarse los límites de las concentraciones ambientales de los gases y vapores asfixiantes simples.

**e. Mezclas:** Merece consideración especial también la aplicación de las concentraciones máximas permisibles para determinar los riesgos en el caso de exposición a mezclas de dos o más sustancias.

1. ***Clasificación General***

En lo que respecta a la clasificación general, los mismos se pueden clasificar de acuerdo a su composición química, a sus propiedades toxicológicas y por su forma de dispersión en el aire (clasificación física).

1. **Por su composición química:**
* Inorgánicos: cloro, dióxido de cloro, óxidos de nitrógeno, etc.
* Orgánicos: benceno, tolueno, acetato de etilo, cloroformo, etc.Los compuestos orgánicos, se dividen a su vez en hidrocarburos, cetonas, alcoholes, aminas, etc.
1. **Por su acción sobre el hombre (propiedades toxicológicas):**

 Es la clasificación típica usada en toxicología

 - Asfixiantes (Argon, Etano, Neon, etc.)

- Irritantes (Amoniaco, Metal en polvo, Bromo, Fenol, etc.)

- Sensibilizantes (Resinas de nucleo de soldaduras)

- Tóxicos de sistemas (Oxido de Zinc, Silicio)

- Cancerígenos (Benceno, Cromato de plomo)

1. **Por su forma de dispersión en el aire:**

 La misma tiene en cuenta el estado físico del contaminante, su forma de generación y el tipo de dispersión que forma al mezclarse con el aire.

Un contaminante forma en el aire, un sistema disperso con dos fases: la dispersante (aire) y la dispersa (el contaminante). Los sistemas dispersos se dividen según el diámetro de la faz dispersa en:

* Soluciones verdaderas (contaminante menor de 0.001 μm)
* Soluciones coloidales (contaminante entre 0.001 μm y 0.1μm)
* Suspensiones (contaminante mayor de 0.1μm)

Los contaminantes se clasifican en dos tipos según el tamaño de la faz dispersa:

# **Fase dispersa = moléculas**

Pueden ser **gases** (no tienen forma ni volumen propio); como ser cloro, fosgeno, hidrógeno o bien **vapores** (sustancias que a la temperatura y presión ambientes son un líquido o un sólido) como ser vapores de éter, sulfuro de carbono, mercurio, etc.

# **Fase dispersa = partículas sólidas o líquidas**

A estas dispersiones se las llama aerosoles y se lo usa para denominar a nubes con partículas menores de 100 μm de diámetro, suspendidas en el aire.

Cuando son visibles, se los suele llamar ***nieblas***, las cuales están compuestas por partículas sólidas y líquidas y pueden ser producidas por:

* Dispersión mecánica: atomizado, espuma (nieblas de aceite, o ácido)
* Condensación de un vapor (niebla de vapor de agua)

Aerosoles formados por partículas sólidas: los denominados “polvos” se originan por acción mecánica simple (sílice, carbón, etc.) o bien acompañadas por la evaporación de un sólido (insecticida)

# **Mixtos**

Es el humo producido por combustión incompleta de materia orgánica: papel, madera, cigarrillos. Otra contaminación que debe tenerse en cuenta y no entra en la clasificación es la **Falta de Oxígeno;** el aire contiene 20.9% de O2; si él % es menor a 18 % se producen efectos perjudiciales para la salud.

**Programa de control de la contaminación**

**Procedimiento**

El programa de control de la contaminación se divide en tres etapas

1. Detección
2. Evaluación
3. Corrección
4. ***Detección:***

Objetivos:

* definir las sustancias que son potenciales contaminantes.
* definir la necesidad de evaluar cuantitativamente los contaminantes.

Se debe realizar:

* antes de poner en marcha la planta, equipo o proceso.
* al realizarse modificaciones.
* en el momento de comenzar el programa.

El reconocimiento o detección se realiza en tres etapas:

1. **Preliminar**

Estudio de los materiales en uso (materias primas, productos, subproductos, pinturas, materiales de limpieza, materiales de construcción, combustibles, etc.)

El estudio se encara con las siguientes técnicas:

* planos de fábrica;
* diagramas de proceso;
* lista de materiales
* descripción de tareas
* estudio de los modos operativos
* visita a los ambientes de trabajo
* contactos con supervisión de producción, proceso e ingeniería y operarios
1. **Intermedio**
* obtener información de la literatura existente
* clasificar según riesgo
* comprobar existencia de contaminante mediante el uso de los sentidos
* otras fuentes de información (quejas de empleados, uso del servicio médico, etc.)
1. **Final**

Se debe confeccionar una lista de prioridades de evaluación con los contaminantes seleccionados. Se debe tener en cuenta la exposición potencial de los empleados y la habilidad de la sustancia para producir daño.

El siguiente es un ejemplo del método:

Se analizan los factores y se les asigna un puntaje:

* vía de entrada al organismo.
* Clasificación de toxicidad aguda.
* Clasificación de toxicidad crónica
* Clasificación física.
* Cantidad usada.
* Número de empleados expuestos.
1. **Evaluación**

 Los objetivos de la evaluación son:

* Determinación de la exposición de los obreros a concentraciones límites en cuanto a las autoridades para determinar el incumplimiento del empleador o por parte del empleador para determinar incumplimiento de los obreros
* Definir exposición en situaciones de emergencia para decidir protección respiratoria
* Definir y controlar eficiencia de medidas de corrección.

**Aspectos a resolver**

* Cantidad de muestras
* Tiempo de muestreo
* Lugar del muestreo
* Definición del cumplimiento

**Variabilidad ambiental**

Los contaminantes tienen una fluctuación en el tiempo y por esta razón es necesaria una PROGRAMACIÓN DE MUESTREO, consistente en:

* Elegir las prioridades de muestreo, según lista ya confeccionada.
* Hacer lista completa de ambientes y tareas.
* Hacer descripción sucinta de cada tarea con potencial de contaminación.
* Adoptar una política de muestreo. La tendencia es a muestrear tareas, más que ambientes, para evaluar la exposición de grupos de trabajadores con trabajo similar.
* Elegir al "Empleado de Mayor Riesgo" (EMR), dentro de cada tarea tipo.

 **Muestra representativa**

 El problema de la representatividad de la muestra es importante. Si se toma una muestra breve el resultado es representativo del volumen y período muestreados, que son necesariamente pequeños. Lógicamente esto implica que la porción de tarea muestreada es también pequeña con relación al total (8 hs) pero, si en ese momento dio un pico de concentración, la muestra será óptima para detectarlo.

 Si en cambio se toma una muestra de la jornada total, obtenemos un excelente promedio de las concentraciones en el lugar o tarea donde se tomó dicha muestra. Pero no nos informa de las variaciones ocurridas y por lo tanto no es representativa de la exposición en períodos cortos.

 Por esto es necesario definir la representatividad de la exposición en relación con los límites de exposición.

 Un muestreo ideal sería aquel que estuviera en condiciones de suministrar información de concentración promedio de períodos largos y simultáneamente las variaciones puntuales. En la actualidad existen equipos que toman muestras personales que hacen un registro continuo de la concentración e integran los resultados dando la dosis total en número de horas del muestreo.

Fuentes de variación primarias que afectan la estimación de los promedios de exposición

1. ERRORES FORTUITOS DEL EQUIPO DE MUESTREO
2. ERRORES FORTUITOS DEL MÉTODO ANALÍTICO.
3. FLUCTUACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE DURANTE LA JORNADA
4. FLUCTUACIONES DE LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE DÍA TRAS DÍA
5. CAMBIOS SISTEMÁTICOS EN LA CONCENTRACIÓN DEL CONTAMINANTE.
6. ERRORES SISTEMÁTICOS EN LOS PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN

Todos estos errores deben ser tenidos en cuenta cuando se prepara un muestreo. Los errores tipo a, b, c y d son denominados indeterminados, estadísticos o aleatorios. Pueden ser calculados, pero no prevenidos.

Los errores tipo e y f no se pueden calcular, pero se pueden prevenir mediante análisis paralelo con otro método, entrenamiento del personal, calibraciones frecuentes, etc.

 **Tipos de muestreo en relación al período**

1. Muestreo de período completo, con muestra única: Es una medición integrada de la exposición durante el período.
2. Muestreo de período completo - Muestras consecutivas: Muestras consecutivas son una serie de muestras tomadas sin solución de continuidad y sin superposiciones. Pueden ser de igual o distinta duración.
3. Muestreo de período parcial: Puede ser una o varias muestras. Debe cubrir entre el 80% y 70 % del período.
4. Muestreo instantáneo en serie, con lapsos elegidos al azar: Muestra instantánea es aquella cuyo tiempo es pequeño comparado con el período para el cual está definido el límite admisible.

 **Elección del Empleado de Mayor Riesgo**

 La situación ideal es muestrear individualmente a todos los empleados pero esto es muy costoso y por tal motivo se adopta un empleado del grupo que por diversas razones está más expuesto al contaminante.

 En general el mejor método de selección es la observación del trabajo del grupo, buscando el hombre que se encuentra más próximo a la fuente, que menos sale del ambiente contaminado y que tiene hábitos de trabajo que lo exponen más al contaminante.

 Si no se puede elegir un EMR, habrá que seleccionar al azar un número suficiente (una muestra). El tamaño debe ser adecuado para que sea altamente probable (90%) que contenga por lo menos un EMR.

 Al concluir el estudio si el "EMR" cumple el límite, todos los demás también lo cumplirán y no es necesario seguir muestreando.

 Si el "EMR" no cumple entonces se deberán muestrear todos los empleados del grupo.

**3.5 Tipos de muestreo en relación con la ubicación del equipo de muestreo**

Tipos de muestreo en relación con la ubicación del equipo de muestreo

* **Tipo A: Aire general.**

 El equipo se coloca en un lugar fijo en el ambiente de trabajo a la altura de la cabeza del trabajador. Se estudia luego la permanencia de un trabajador en cada lugar.

*INCONVENIENTES*

 Equipo con sensor único. El problema en este caso es donde colocarlo y con sensores múltiples es costoso y además se ha comprobado que gran parte de la contaminación a que está expuesto un hombre es generada por él mismo y a una distancia corta de su cuerpo.

 En general cuando se requiera una alarma en emergencia o un registro continuo se utilizan estos equipos.

No debe utilizarse para evaluación de exposición, a menos que las muestras se tomen a menos de 1 metro de la zona respiratoria del operario, en tareas estacionarias.

* **Tipo B: Muestreo de zona respiratoria**

 Se realiza con un laboratorista u otra persona que toma la muestra lo más cerca posible del empleado y en su zona respiratoria.

INCONVENIENTES

 Solo para muestreos cortos. Es caro y puede perturbarse la tarea.

* **Tipo C: Muestreo personal**

 El equipo de muestreo se coloca sobre el trabajador, quien lo lleva continuamente durante operaciones y descansos. Es el tipo apropiado para muestras prolongadas, de toda la jornada, con tareas en distintos lugares. La muestra es representativa de la real exposición del trabajador.

INCONVENIENTES

 Trabajar con el equipo encima. Posibles roturas del equipo, manipulación de los resultados por el operario, problemas sindicales, etc.

***Marco Legal***

Ley n°19587 Ley de higiene y seguridad en el trabajo

Decreto 351/79

Capitulo 9 Contaminación ambiental

Art. 61.- Todo lugar de trabajo en el que se efectúan procesos que produzcan la contaminación del ambiente con gases, vapores, humos, nieblas, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, deberá disponer de dispositivos destinados a evitar que dichos contaminantes alcancen niveles que puedan afectar la salud del trabajador

1. La autoridad competente fijara concentraciones máximas permisibles para los ambientes de trabajo que figuran como anexo III como tablas de concentración máxima permisibles las que serán objetos de una revisión anual a fin de actualización. Cada vez que sea necesario podría introducirse modificaciones, eliminaciones o agregados.

2. En los lugares de trabajo donde se realicen procesos que den origen a estados de contaminación ambiental o donde se almacenen substancias agresivas (tóxicas, irritantes o infectantes), se deberán efectuar análisis de aire periódicos a intervalos tan frecuentes como las circunstancias lo aconsejen.

3. La técnica y equipos de muestreo y análisis a utilizar deberán ser aquellos que los últimos adelantos en la materia aconsejen, actuando en el rasgo de interés sanitario definido por el tamaño de las partículas o las características de las substancias que puedan producir manifestaciones tóxicas.

4. Cuando se compruebe que algunos de los contaminantes puedan resultar riesgosos por la presencia de otro u otros contaminantes o factores concurrentes por circunstancias no contempladas en la presente reglamentación, la autoridad competente podrá exigir a los establecimientos, que disminuyan los contaminantes a concentraciones inferiores a las consignadas en la Tabla de concentraciones máximas permisibles.

5. Los inspectores de la autoridad competente al realizar la determinación de contaminantes en los lugares de trabajo, deberán proceder a dejar debida constancia en actas de lo siguiente:

a). Descripción del proceso (información que deberá proporcionar el establecimiento).

b). Descripción de las condiciones operativas.

c). Descripción de la técnica de toma de muestra e instrumental utilizado.

d). Técnica analítica e instrumental utilizado o a utilizar.

e). Número de muestras tomadas, especificando para cada una, tiempo de muestreo, caudal, lugar de toma de muestra y tarea que se está llevando a cabo durante la misma.

f). Tiempo de exposición.

g). Frecuencia de la exposición en la jornada de trabajo.

Capítulo 11 Ventilación

Art. 67.- Si existiera contaminación de cualquier naturaleza o condiciones ambientales que pudieran ser per judiciales para la salud, tales como carga térmica, vapores, gases, nieblas, polvos u otras impurezas en el aire, la ventilación contribuirá a mantener permanentemente en todo el establecimiento las condiciones ambientales y en especial la concentración adecuada de oxígeno y la de contaminantes dentro de los valores admisibles y evitará la existencia de zonas de estancamiento.

Reglamento para la industria de la construcción

Decreto 911/96

Equipos y elementos de protección personal

Art. 114- Todo trabajador afectado a tareas en que la contaminación ambiental no pueda ser evitada o exista déficit de oxígeno (teniendo en cuenta el porcentual aceptado en el Capítulo de Ventilación), empleará obligatoriamente equipos respiradores con inyección de aire a presión. El abastecimiento de aire se hará a presión, temperatura y humedad adecuadas a la tarea a desarrollar. El flujo también se considerará de acuerdo a las tareas, debiendo estar libre de contaminantes. Se verificará antes del uso todo el circuito, desde la fuente de abastecimiento del aire hasta el equipo.

Capitulo 7

Normas Higienico Ambientales en la obra

CONTAMINACION AMBIENTAL

 ARTICULO 117. — En todo lugar de trabajo en el que se efectúen operaciones y procesos que produzcan la contaminación del ambiente con gases, vapores, polvos, fibras, aerosoles o emanaciones de cualquier tipo, líquidos y sólidos, radiaciones, el responsable de Higiene y Seguridad debe disponer las medidas de prevención y control para evitar que los mismos puedan afectar la salud del trabajador. En caso de no ser factible, se entregarán elementos de protección personal adecuada y de uso obligatorio a todos los trabajadores expuestos.

 ARTICULO 118. — Para la determinación de las concentraciones máximas permisibles en los ambientes de trabajo, se estará a lo dispuesto por la Resolución MTSS Nº 444 de fecha 21 de mayo de 1991.

ARTICULO 119. — En los casos de elevada peligrosidad, el Responsable de Higiene y Seguridad determinará las medidas precautorias que deben aplicarse para garantizar la seguridad de los trabajadores.

Actividades Contaminantes en el ambiente de trabajo

* Plantas de hormigón Elaborado – Fábrica de Cemento

-Aparato respiratorio: La enfermedad más frecuente es la bronquitis crónica, generalmente asociada a enfisema pulmonar. Esto se debe a la inhalación de polvo de cemento, a las condiciones macro y microclimáticas del ambiente de trabajo (la humedad es particularmente perjudicial). Irritación de las vías respiratorias

-Digestivos: La ingesta accidental de cemento, por lo general relacionada a la falta de elementos de protección personal como barbijos o mascarillas, puede causar úlcera gastrointestinal.

-Vista: La enfermedad ocular característica es la conjuntivitis.

-Piel: La clínica es variada y va desde infecciones cutáneas (furunculosis, abscesos, panadizos), hasta inclusiones en la piel y erosiones periungueales. De todas las formas, el cuadro más importante es el conocido como dermatosis por el cemento y en esencia se produce por la acción irritante o sensibilizante de las sustancias que contiene el cemento, principalmente el dicromato potásico.

* Canteras – Trabajo con Agregados

-Aparato respiratorio: La inhalación de partículas de silicio produce laceraciones en las vías respiratorias y en los pulmones. Silicosis y fibrosis quística pulmonar.

-Digestivos: úlcera gastrointestinal, laceraciones internas.

-Vista: Conjuntivitis y ceguera aguda.

-Piel: Puede producir heridas de consideración, dermatosis y furunculosis. El cuerpo del operario debe estar completamente cubierto y debe hacerse uso de pantallas protectoras.

* Aserraderos - Carpintería

La madera puede tener gran variedad de sustancias químicas nocivas, algunas propias como resinas, alcaloides, colorantes naturales, hongos, bacterias, y otras como productos químicos aplicados por el hombre para protegerla, como antifúngicos, insecticidas, o sustancias propias de la actividad industrial como barnices o colorantes artificiales. Además de la toxicidad de la madera en sí, variable según el tipo (dura o blanda), muchos de estos agentes intrínsecos o extrínsecos a la madera pueden afectar al organismo por vía dérmica o por vía respiratoria.

-Vía dérmica: estos agentes como por ejemplo el polvo de maderas exóticas, pueden causar alergias por contacto o eccemas, ante una reacción alérgica retardada que provoca estas irritaciones. Esto es debido a una alta concentración de colorantes y taninos, muy presentes en maderas duras tropicales como el iroko, makoré y teca.

El laurel es una de las plantas que con más frecuencia producen dermatitis de contacto y fenómenos de fotosensibilización (en periodos de contacto prolongado).

-Vía respiratoria: Los efectos de inhalar polvo de madera se traducen en irritación de las vías respiratorias que causan estornudos, rinitis aguda, sangrado de la nariz e incluso asma. Las exposiciones prolongadas al polvo pueden desencadenar a lo largo del tiempo en una fibrosis pulmonar. Esta es una enfermedad en la cual se forman cicatrices en el tejido intersticio que soporta los pequeños sacos de aire (alvéolos) en los pulmones. Con el tiempo las cicatrices pueden impedir una correcta provisión de oxígeno a los tejidos de todo el cuerpo. Los alvéolos, el tejido de los pulmones que los rodean, los vasos capilares de los pulmones, son destruidos por la formación del tejido cicatrizante o fibrosis.

Las partículas de madera más gruesa debido a su tamaño quedan retenidas en los senos faciales, que son cavidades internas por donde el aire es filtrado y calentado antes de pasar a la tráquea y los bronquios. La presencia de este polvo de madera puede provocar reacciones inmunológicas que deriven en brotes de asma (los bronquios se cierran e impiden una correcta respiración) y rinitis (estornudos, picores, obstrucción nasal, secreciones nasales y falta de olfato). Con el tiempo esto también puede provocar una infección de las mucosas que recubren estas cavidades y acabar originando una lesión precancerosa que puede derivar en un cáncer. Es un proceso lento durante exposiciones de 20- 30 años pero una vez desatado tiene un tratamiento muy difícil.

Uno de los ingredientes utilizados para el tratamiento de maderas a presión es el arsénico, producto altamente venenoso. De hecho, si se introduce en el cuerpo (al respirar o tragar) puede provocar cáncer. El cromo puede causar lo mismo. El contacto continuo con esas sales metálicas puede ocasionar irritación en la piel (dermatitis). Además de ser carcinogénicos e irritantes de la piel, es conocido que la exposición a estos metales causa daño cromosomático en hombres y mujeres, lo cual significa que es posible que afecte a los hijos de los trabajadores de la construcción. También es posible que causen otros efectos para la salud, como daño en el hígado o problemas digestivos.

* Pinturas

-Aparato respiratorio: la inhalación de los vapores que se desprenden de este tipo de fluidos suele ser extremadamente peligroso para la salud respiratoria e incluso mental, más aún si se produce en lugares cerrados. Algunas pinturas sintéticas contienen gases de mercurio que pueden producir cáncer de pulmón.

-Digestivos: diarrea, mareos y vómito, en algunos casos.

-Vista: la mayoría de las pinturas y solventes son altamente perjudiciales si se produce su contacto con los ojos. Pueden generar ceguera.

-Piel: Pueden producir dermatosis, laceraciones, escaras y cáncer de piel.

* Demoliciones – Trabajo con martillos hidráulicos

-Aparato respiratorio: Indirectamente, pues la utilización de equipos percutores produce, por lo general, desprendimiento de partículas cuya inhalación puede llegar a ser perjudicial.

-Vista: La demolición de masas de hormigón, asfalto, mamposterías, pétreos y demás, producida por el uso de estos equipos libera fragmentos con cierta energía mecánica cuya proyección puede impactar en los ojos, lastimándolos gravemente.

-Piel: Lastimaduras por desprendimientos de partículas.

* Soldaduras

Uno de los mayores riesgos de la soldadura es la exposición de los gases y humos de su proceso. A continuación se nombran los elementos que están más presentes en los humos y gases del proceso de soldadura, su aplicación u origen y sus efectos en la salud:

-Zinc: Es utilizado en metales galvanizados, bronces y otras aleaciones. Produce fiebre por humo metálico.

-Berilio: Se usa como aleación en cobre y otros metales. Puede producir neumonía química, problemas de respiración, tos crónica, pérdida de peso, fatiga y debilitamiento.

-Oxido de Hierro: Es el principal elemento en la aleación del acero. Provoca irritación nasal, de garganta y pulmones, al largo plazo siderosis.

-Mercurio: Este compuesto se utiliza para cortar metales. Produce dolor abdominal, diarrea, daño en los riñones y fallas respiratorias. En el largo plazo puede producir temblores, inestabilidad emocional y daño auditivo.

-Plomo: Se libera en el proceso de cortado soldado en metales de aleación de plomo o pintados con pinturas en base a éste. Puede causar envenenamiento, con sabor metálico en la boca, pérdida del apetito náuseas, insomnio. Efectos crónicos, anemia, debilitamiento general. Otros efectos en el cerebro, sistema nervioso, circulatorio, reproductivo, riñones y músculos.

-Fluoridos: Está presente en recubrimientos utilizados en soldadura. Causa irritación de ojos, nariz y garganta. Mayor exposición puede causar edema pulmonar y daño en los huesos.

-Solventes de hidrocarbono clorinado: Es usado como desengrasante. El calor y la radiación ultravioleta descompone el vapor proveniente del arco y forma un gas altamente tóxico: gas fosfeno.

-Monóxido de Carbono: Se forma por la combustión incompleta de los combustibles. Soldadura y corte producen gran cantidad de CO, el que es imprescindible a los sentidos. Produce mareos, náuseas, dolor de cabeza, malestar general.

-Ozono: Es producido por la luz ultravioleta de la soldadura al arco. Provoca dolor de cabeza, dolor de pecho, sequedad de la parte superior del sistema respiratorio y, a mayor exposición, puede causar líquido en los pulmones.

* Combustión de Maquinarias

-Aparato respiratorio: Inhalación de dióxido y monóxido de carbono, compuestos de nocividad elevada que en ambientes cerrados puede producir desde mareos y picor en la garganta, hasta la muerte.

* Mineria y excavaciones subterráneas

-Aparaato respiratorio: Los accidentes por [intoxicación](http://www.revistaseguridadminera.com/salud-ocupacional/tratamiento-de-las-intoxicaciones-agudas/) se cuentan entre los de mayor recurrencia. Los trabajadores de la minería y excavaciones subterránea deben estar alertas a la presencia de siete gases peligrosos principales. Entre ellos están nitrógeno, anhídrido carbónico, monóxido de carbono, gases nitrosos, anhídrido sulfuroso, gas sulfhídrico y gas grisú.

* Industria Metalurgica

 La absorción de tóxicos que penetran por vía respiratoria en forma de gas, vapor o aerosol e incluso por vía dérmica pueden provocar enfermedades respiratorias, del sistema nervioso, cáncer, enfermedades de la piel o hepáticas y renales.

 -Piel : Proyección de partículas ocasionando cortes, dermatitis

 -Aparato respiratorio: Silicosis aplastar doblar cortar perforar materiales con sílice cristalina

Se puede reducir la incidencia de estos contaminantes usando ropa decuada al trabajo que cubra por completo la piel y elementos de protección personal ( guantes, gafas protectoras, pantallas protectoras, protectores buconasal como barbijos, mascaras de gas, equipos de respiración autónoma )