

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



**Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**

## **HIGIENE Y SEGURIDAD**

## **CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

**Grupo:11**

**Integrantes:**

- Giménez, Maria Emilia
- Fernández, Leandro
- Suárez, Consuelo
- Tanco, María De La Paz

**2022**

## **INTRODUCCIÓN**

Se denomina contaminación ambiental a la presencia de componentes nocivos (ya sean químicos, físicos o biológicos) en el medio ambiente (entorno natural y artificial), que suponga un perjuicio para los seres vivos que lo habitan, incluyendo a los seres humanos. La contaminación ambiental está originada principalmente por causas derivadas de la actividad humana.

En toda actividad productiva hay una interacción HOMBRE-AMBIENTE-TAREA. La tarea es realizada por el hombre en un ámbito denominado ambiente mediante el empleo de equipos, materiales y el consumo de energía. A su vez, se ejerce una acción en el ambiente, ya sea de manera directa o indirecta, que causa una contaminación en el mismo. A esto se lo conoce como Contaminación del Ambiente de Trabajo. El hombre reacciona mediante mecanismos defensivos ante estos productos contaminantes, pero en algunos casos el efecto producido en sus organismos supera sus capacidades anatómicas y fisiológicas, las defensas se ven superadas y aparecen daños demostrables objetivamente.

Es por esto, que es necesario realizar un control de la contaminación en los lugares de trabajo, y es función de la Higiene del Trabajo evitar estos daños mediante medidas de prevención y corrección adecuadas. Las premisas en las que se basa la higiene del trabajo son:

- Los factores ambientales inciden sobre todo sistema biológico expuesto a ellos
- Los factores ambientales pueden tener una acción positiva, neutra o perjudicial sobre los sistemas biológicos.
- Esta acción depende del nivel que tengan esos factores en el ambiente, y del tiempo de exposición.
- Los niveles perjudiciales están precedidos por niveles que ejercen acciones de alerta
- Los efectos de alerta en sus distintas formas permiten detectar situaciones de pre-daño.
- Los efectos perjudiciales pueden ser evaluados cuantitativamente y permiten establecer criterios de daño sobre los sistemas biológicos.
- Los criterios de daño, mediante la aplicación de factores de seguridad, permiten establecer criterios de daño sobre los sistemas biológicos.

- 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
- Aplicando la técnica adecuada de control es posible mantener niveles de exposición por debajo de los límites de tolerancia.

Algunas definiciones importantes son:

**-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% y Gases Raros

**-Contaminación del aire de 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.

## MARCO LEGAL

En la Argentina se comenzó a involucrar la cuestión de contaminación ambiental en el decreto reglamentario 351/79 de la ley 19587 donde en su artículo 61, sus incisos hablan de lo siguiente:

1. Concentraciones máximas permisibles, revisión anual (Anexo III)
2. Análisis de aire periódicos en ambientes de potencial poder cont.
3. Usar las últimas tecnologías disponibles.
4. Problemas de mezclas, situaciones concurrentes.
5. Procedimiento de los inspectores.

Luego en 1996 se hizo otro decreto que derogó el 351, el 911/96, que responsabiliza al sector de Higiene y Seguridad para tomar las medidas necesarias de prevención y control en ámbitos laborales de potencial peligro contaminante para evitar que los mismos puedan afectar la salud del trabajador. En caso de no ser posible, se entregarán elementos de protección personal adecuada y de uso obligatorio a todos los trabajadores expuestos.

Actualmente la reglamentación vigente es la **Resolución 295/2003**.

Apruébanse especificaciones técnicas sobre ergonomía y levantamiento manual de cargas, y sobre radiaciones. Modificación del Decreto N° 351/79. Déjase sin efecto la Resolución N° 444/ 91-MTSS.

### **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

## **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 de oxígeno

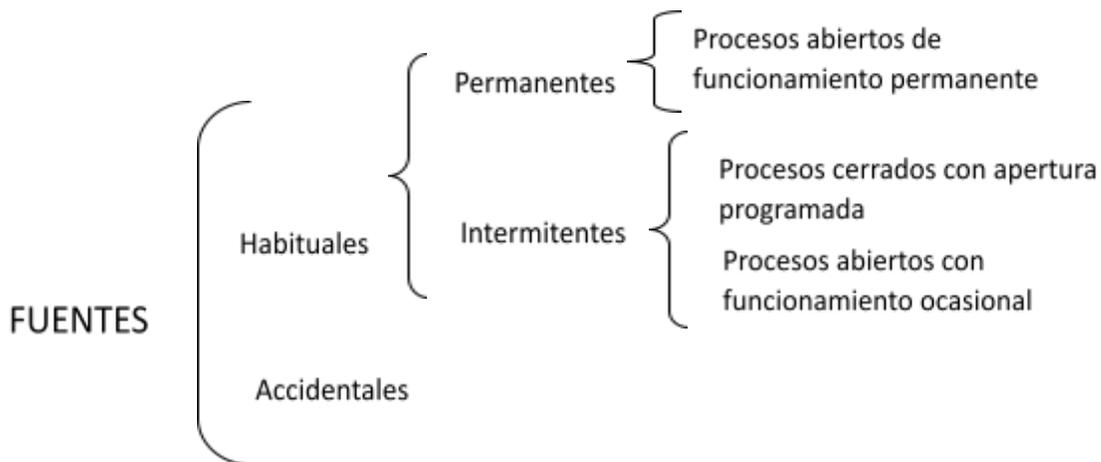
Puede originarse de dos maneras: desplazamiento por otros gases o consumo. En el primer caso para gases de mayor densidad que el aire, hasta que la mezcla se haga homogénea, el gas que desplaza se ubicará cerca del nivel más bajo, creado zonas de alto riesgo, en cambio si los gases son de menor densidad 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.

## FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Las mismas se pueden clasificar en habituales, asociadas a los procesos productivos, o accidentales, como pueden ser debidas a incendios, derrames, pérdidas, etc.



Los procesos más frecuentes identificados en la industria como fuentes de contaminación son: combustión, fusión de metales (soldadura), líquidos o soluciones calientes, uso de solventes, procesos que generan polvos o nieblas (como pulido, molido, tamizado, etc.), uso de materiales bajo presión, tratamiento superficial de metales (cromado, niquelado, grabado, limpieza).

## **CLASIFICACIÓN DE CONTAMINANTES**

Existen dos tipos de clasificación de los contaminantes; una dada por la ley 19587 (351/79); y otra más general.

### **Según la ley 19587 (decreto 351/79)**

- **Vía dérmica:** Cuando para una sustancia se señala la notación "Vía Dérmica" ello hace referencia a las sustancias vehiculizadas a través del aire, y los posibles contactos directos de estas sustancias con la piel y mucosas. La absorción cutánea se afecta mucho según los agentes vehiculizadores de estas sustancias. Esta observación sobre posible entrada por "Vía Dérmica", ha de servir para llamar la atención y sugerir medidas para prevenir la absorción cutánea con el objeto de no enmascarar o invalidar las correspondientes concentraciones máximas permisibles.
- **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.
- **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/m<sup>3</sup> o 1.060 mppmc (millones de partículas por metro cúbico de aire) de polvo total, siempre que este contenga menos de 1% de sílice.
- **Asfixiantes simples. Gases o vapores inertes:** Cierta 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 -pO<sub>2</sub> 135 mm. Hg) el contenido mínimo de oxígeno debe ser del 18% expresado en volumen. Las atmósferas deficientes en O<sub>2</sub> 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.

### **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).

- **Por su composición química:** pueden ser Inorgánicos (cloro, dióxido de cloro, óxidos de nitrógeno, etc.) u Orgánicos (benceno, tolueno, acetato de etilo, cloroformo, etc.). A su vez, los compuestos orgánicos, se dividen a su vez en hidrocarburos, cetonas, alcoholes, aminas, etc.
- **Por su acción sobre el hombre:** Es la clasificación típica usada en toxicología (asfixiantes, irritantes, sensibilizantes, tóxicos de sistemas, cancerígenos, etc.).
- **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  $\mu$ m)
- Soluciones coloidales (contaminante entre 0.001  $\mu$ m y 0.1 $\mu$ m)
- Suspensiones (contaminante mayor de 0.1 $\mu$ m)

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

- Faz 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 ambiente son un líquido o un sólido) como ser vapores de éter, sulfuro de carbono, mercurio, etc.
- Faz 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  $\mu$ m 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:

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

-Mixtos: Es el humo producido por combustión incompleta de materia orgánica: papel, madera, cigarrillos (smoke).

Otra contaminación que debe tenerse en cuenta y no entra en la clasificación es la **falta de Oxígeno**; el aire contiene 20.9% de O<sub>2</sub>; si el % es menor a 18 % se producen efectos perjudiciales para la salud.

## **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 fórmula general para su cumplimiento es:

$$\frac{C_1}{CAP_1} + \frac{C_2}{CAP_2} + \dots + \frac{C_n}{CAP_n} \leq 1$$

- **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.

$$\frac{C_1}{CAP_1} \leq 1; \frac{C_2}{CAP_2} \leq 1; \frac{C_n}{CAP_n} \leq 1$$

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.

### **LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CONTAMINANTES EN AIRE**

Los límites de exposición se establecen en base a algún efecto indeseable. Nos referimos a límites en relación con los efectos sobre los trabajadores. Ellos inhalan un contaminante dado en su lugar de trabajo en función de dos parámetros externos al organismo:

$$E = C \times T$$

C: concentración del contaminante en el aire

T: tiempo de exposición.

E: exposición

La cantidad de contaminante que penetra en el aparato respiratorio está determinada por el caudal respiratorio

$$Q = V \times n = 0.009 \text{ m}^3/\text{min}$$

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

n: número de movimientos respiratorios por minuto (18)

La dosis total diaria será

$$Dt = E \times Q$$

Para conocer cuánto contaminante incorporó el organismo se tienen que tener en cuenta, además, los siguientes factores internos:

F: coeficiente de absorción

Cd: coeficiente de depuración

A partir de estos, se obtiene la dosis efectiva, que es la dosis de efecto perjudicial para los fines de la higiene industrial, como:

$$De = Dt \times F \times Cd$$

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 y epidemiológicos.

En toxicología se aplica la ley de HABER:

$$K = C \times T$$

K: constante llamada índice de efecto

C: concentración expresada como mg/kg de peso

T: tiempo

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

## **LÍMITES ADMISIBLES**

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

- **Límite 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.
- **Límite 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.
- **Límite 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.

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).

- **Límite admisible de concentración máxima (CAM):** es la CAL que no debe ser sobrepasada en ningún momento de la jornada laboral. Son para 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).
- **Límite 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.

### **LÍMITES PARA PERIODOS ESPECIALES**

Cuando se trabaja con esquemas horarios distintos a los aplicados en la CAP (8hs diarias y 40 semanales), los límites deben ser corregidos. Un método sencillo se basa en el concepto de que el aumento de horas de exposición disminuye el tiempo de recuperación. Se debe calcular un factor de reducción FR, como:

$$FR = \frac{8}{h} \times \frac{24-h}{16}$$

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 7 hs 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 ASFIXIANTE 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.

### **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 cianógena al gas incoloro de olor penetrante, compuesto por nitrógeno y carbono).

### **LÍMITES 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:

- A1a Cancerígenos humanos con CAP establecida
- A1b Cancerígenos humanos sin CAP establecida. Son los más peligrosos y debe impedirse el contacto por cualquier vía.
- A2 Sustancias asociadas con procesos industriales, con posible potencial cancerígeno para el hombre, no confirmados. Puede o no tener CAP establecida.

### **ETAPAS DEL PROGRAMA DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN**

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

- A. Detección
- B. Evaluación
- C. Corrección

#### **A. 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

2. 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.)

3. 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.

## **B. 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.

### **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.

#### 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 estacionales.

##### **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 perturbar 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.

### 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.

### 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

a) *errores fortuitos del equipo de muestreo*

b) *errores fortuitos del método analítico.*

c) *fluctuaciones de la concentración del contaminante durante la jornada*

d) *fluctuaciones de la concentración del contaminante día tras día e) cambios sistemáticos en la concentración del contaminante.*

f) *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.

### **C. Corrección**

*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 a los que se halle expuesto el trabajador, deben efectivizarse teniendo en cuenta el siguiente orden:

#### Acciones sobre la fuente emisora del contaminante

- Modificaciones del proceso productivo 16
- Aislamiento de las etapas productivas contaminantes
- Operaciones con método húmedo para reducir el polvo en el ambiente
- Adecuado mantenimiento de las maquinarias e instalaciones

#### 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

#### 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.

## **EVALUACIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES: ANÁLISIS DE AIRE**

El análisis de aire es fundamental debido a que, sin un análisis o método adecuado, no se pueden establecer ciertos límites de exposición.

El análisis requiere dos operaciones básicas:

- Toma de la muestra
- Análisis de la muestra (cuantitativo)

Estas operaciones pueden ser realizadas separada o simultáneamente; pero el orden operativo es siempre el mismo (captación, retención, medición)

- La evaluación requiere conocimientos, equipos y habilidades específicas y debe ser realizada por personal especializado en higiene del trabajo.
- La muestra debe ser representativa de la condición del aire a la cual está expuesto el trabajador.

Cálculos necesarios para adecuar el tamaño de la muestra a la sensibilidad del método analítico:

Hay dos variables que pueden utilizarse: **Tiempos de muestreo y caudal**, ya que estas determinan el volumen de aire a circular o retener.

- El caudal tiene un límite inferior y uno superior dados por la capacidad del equipo de succión usado (bomba miniatura o de gran caudal).
- Es más útil adecuar el Tiempo de Muestreo para circular el volumen de aire requerido. Si la cantidad mínima requerida de la muestra se conoce, se aplica la fórmula:

***Tiempo de muestreo = Cantidad mínima de la muestra (mg)***

***1/2 CAP mg/m<sup>3</sup> x caudal de la bomba m<sup>3</sup>/ min***

Dependiendo del tipo de método a utilizar, se necesitarán mayores o menores cantidades de muestra.

Existen métodos gravimétricos, químicos, instrumentales; cada uno posee una cierta sensibilidad para detectar las concentraciones de los distintos contaminantes dispersos en el aire.

El aumento de sensibilidad permite obtener información cuantitativa de muestras de aire muy pequeñas en volumen y de duración muy breve (pocos min. ó seg.). Las muestras “súper instantáneas” sin embargo tienen poca representatividad con respecto a períodos de exposición más largos.

Cuando se toman muestras personales de Período Completo (8 horas) el problema se invierte, es necesario no sobrepasar el límite superior de sensibilidad del método; por ello se calcula el caudal de la siguiente manera:

$$Q /min = \frac{\text{Cantidad máxima de muestra (mg)}}{1/10 \text{ CAP (mg/m}^3\text{) x tiempo (min)}}$$

#### Tren de muestreo de contaminantes

Es un sistema manual diseñado para el muestreo de gases ambientales por el método de la absorción química. El sistema consiste básicamente en una bomba de succión, un manómetro, un frasco dreschel, una solución captadora y mangueras de tygon que unen el sistema entre sí. El contaminante a muestrearse depende de la solución captadora utilizada.

Por lo general se emplean tiempos de muestreo de 24 horas, luego del cual la muestra es llevada al laboratorio para el respectivo análisis químico.

Su fin es obtener muestras de aire, con el objeto de evaluar la contaminación de los lugares de trabajo.

Las funciones del tren de muestreo son tres:

- Hacer circular el aire.
- Medir el aire circulado.
- Retener el contaminante o el aire contaminado, o colocarlo en contacto con un sensor.

Actualmente los equipos de circulación de aire presentan las siguientes **ventajas**:

- independencia de partes móviles
- análisis y lecturas instantáneos
- caudales muy bajos (alta sensibilidad)
- registro continuo de concentraciones
- cálculo instantáneo de concentraciones

Equipos para hacer circular el aire:

- **Bombas manuales tipo inflador:** están provistas de un juego de válvulas para que el aire circule en una dirección. Requieren considerable esfuerzo del operador.
- **Bomba manual tipo organito:** posee cuatro pistones que funcionan sucesivamente. Reduce los sobresaltos en el caudal y se usa por unos pocos minutos ya que requiere esfuerzo por parte del operador.
- **Fascos de agua:** el escurrimiento del agua de un recipiente produce un flujo de aire uniforme que permite la toma de muestras. Son pesados, pero permiten medir directamente el volumen de aire circulado.
- **Fuelles de gomas:** posee un juego de válvulas para lograr circular el aire en un sentido.
- **Jeringas:** de capacidad reducida.
- **Bombas eléctricas:** La energía puede ser eléctrica o proporcionada por baterías. Las bombas de gran caudal se usan para muestreos de más de 0.2 l/min. Las bombas con baterías son micro bombas de uso muy difundido y casi obligatorio en cierto tipo de muestreos. Este tipo de bombas deben protegerse de la acción corrosiva de los contaminantes (colocándolas después del elemento que retiene el contaminante) y de los líquidos utilizados para retener los contaminantes (colocando una trampa que retenga el líquido).

Medición del aire circulado y calibración de muestreo:

Se utilizan caudalímetros o medidores de volumen de aire, algunos de los cuales forman parte integral del equipo destinado a mover el aire (frasco Mariotte). La calibración del tren de muestreo es muy importante, ya que los errores sistemáticos en la medición del caudal pueden ser de gran magnitud.

En el muestreo, existen dos formas de medir el volumen total circulado, una es usando un equipo que registre ese volumen directamente, o bien mediante un medidor de caudal y registro del tiempo de muestreo:

Los equipos se clasifican en:

-Primarios:

- Espirómetro (gasómetro)
- Frasco Mariotte (frasco volumétrico)
- Medidor con burbuja indicadora

-Intermedios:

- Medidor hidráulico
- Medidor de diafragma

-Secundarios

- Placa orificio
- Tubo Venturi
- Rotámetro

Los **Medidores Primarios**, se utilizan como patrones para calibrar los otros. El volumen de aire se mide directamente en un recipiente de dimensiones conocidas.

**-Espirómetro:** Consiste en un recipiente cilíndrico invertido (campana), colocado dentro de otro (tanque) que contiene agua. La campana está suspendida de un contrapeso.

Operaciones previas al uso:

- Nivelación: con los tornillos calantes
- Nivel de agua: debe coincidir con la canilla de desagote.
- Movimiento de la campana: debe ascender y descender libremente.
- Verificar buen ajuste de válvulas: aplicando ligera presión y vacío.

Medición:

- Equipos aspirantes.
- Equipos impelentes.

Cálculo:

a) Cálculo de la superficie de la campana:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \quad d = \text{diámetro (cm)}$$

b) Cálculo del gas en condiciones ambientales:

$$V_s = S.h \quad h = \text{altura (cm)}$$

c) Volumen del gas en condiciones de referencia: (25°C –760 mmHg) Vr (cm3)

$$V_r = \frac{(P_a - P_v) V_a \cdot T_r}{P_r - T_a}$$

Pa: Presión del ambiente (mmHg)

Pv: presión del vapor de agua a temperatura ambiente

Pr: presión de referencia (760 mmHg)

Tr: temperatura de referencia (273 + 25 = 298 °K)

Ta: temperatura ambiente absoluta (°K)

Va: volumen en condiciones ambientales (cm3)

d) Cálculo del caudal: Q en (cm3/min)  $Q = \frac{V_r}{t}$

t = t1 – t2 = diferencias de tiempo, registradas en minutos.

**-Frasco Mariotte:** Frasco de vidrio lleno de agua hasta una altura dada. En su parte inferior tiene un conducto de descarga con un robinete y en la boca superior un conducto para la admisión del aire. El equipo se usa simultáneamente para mover aire y medirlo (como bomba aspirante). Se conecta el elemento de retención del contaminante en la entrada superior y se abre el robinete.

El volumen de agua desplazada es igual al volumen de aire muestreado a la temperatura y presión ambiente. El cálculo de volumen es igual que para el espirómetro.

**-Burbuja indicadora:** Medidor de caudal, consiste en una probeta graduada, invertida, perforada en la base por donde entra un tubo de vidrio al cual se adosa un tubo flexible, por este se conecta la probeta al equipo aspirante. Se usa un vaso para colocar una solución detergente. La probeta, debe ser previamente calibrada para conocer el volumen real entre marcas.

A medida que la bomba aspira aire a través del tubo, se interpone una burbuja plana de jabón en la trayectoria de flujo. Mientras que el flujo de aire hace que la película de jabón se mueva de una marca de volumen a otra, el tiempo de desplazamiento se mide con un cronómetro. El caudal se puede calcular directamente utilizando el tiempo de recorrido y el volumen de tubo conocido, o se puede leer del diagrama de flujo. La prueba es rápida y fácil de realizar.

Para realizar la medición se conecta el tubo con la bomba y se pone en marcha. Tocar el borde de la probeta con la solución de detergente hasta que se forme una burbuja ascendente. Repetir varias veces hasta lograr que la burbuja recorra la probeta en toda su extensión sin romperse. Luego formar una burbuja y registrar el tiempo que tarda en pasar entre dos marcas de la probeta. Repetir tres veces y obtener el promedio de los tiempos.

Los **Medidores Intermedios** son integradores de volumen.

**-Medidor Hidráulico:** Recipiente cilíndrico que contiene en su interior un tambor rotativo dividido en 3 o 4 compartimentos, sumergidos en agua hasta un nivel ligeramente superior al eje. Cada compartimiento tiene dos aberturas: una cerca del eje (entrada del gas) y otra en la zona periférica (salida del gas). El eje está acoplado a un mecanismo registrador de ciclos, calibrado en volúmenes de aire. Existe un sistema de nivelación del equipo y otro de nivelación del líquido. La medición se basa en la rotación producida en el tambor por la entrada y salida alternativa del aire en las cubetas, cuyo volumen es conocido.

La calibración se realiza con un espirómetro. Se verifica el nivel del equipo y del líquido. Se pone en marcha y se toma la diferencia de altura (h) en el espirómetro y el volumen inicial y final del medidor hidráulico.

a) Cálculo del volumen cedido por el espirómetro  $V_e = S (h_i - h_f)$

b) Cálculo del volumen indicado por el medidor  $V_m = V_f - V_i$

c) Cálculo del factor de corrección del medidor:  $F_c = V_e/V_m$

La calibración debe hacerse a distintos caudales y debo hacer una curva de calibración.

En cuanto a la medición: luego de calcular la medición, calcular el volumen corregido en las condiciones ambientales (**Vc**)  $V_c = V_m \cdot F_c$

El resto de los cálculos, es igual que para el espirómetro.

Este equipo es útil para medir caudales entre 4 y 120 litros por min., con una presión de trabajo máx. de 35 cm de columna de agua.

**-Medidor de diafragma:** Constituido por una caja hermética provista de entrada y salida para el aire. En su interior hay 2 compartimentos divididos por un diafragma. La entrada y salida del aire a los compartimentos se logra mediante juegos de válvulas de deslizamiento. Tanto los diafragmas como las válvulas están conectadas mediante uniones articuladas, de tal manera que sus movimientos están sincronizados. Las uniones se conectan a su vez a un cigüeñal y este a un mecanismo que indica el número de movimientos.

El equipo funciona haciendo entrar aire a un compartimiento lo cual desplaza al diafragma. Este arrastra la unión articulada, produciéndole deslizamiento de la válvula hasta que la dirección de la corriente gaseosa se invierte y comienza a llenarse el compartimiento contiguo.

En cuanto a la calibración, se efectúa con un espirómetro en la misma forma que con el medidor hidráulico; los cálculos, son similares.

**Medidores Secundarios:** son medidores de caudal que consisten básicamente en una restricción del flujo de aire, es decir dentro de un circuito cerrado. Esta restricción aumenta la velocidad del aire, es decir produce un aumento de la energía cinética que a su vez, produce una disminución de energía potencial (presión estática). Se puede conocer así el caudal si se mide la caída de presión, la densidad del fluido y el coeficiente de descarga (relación entre flujo real y teórico).

Se divide en 2 grupos:

**-Placa Orificio:** placa delgada con un orificio concéntrico con el conducto en el cual se instala. El funcionamiento se basa en el aumento de velocidad que sufre el aire al pasar por el orificio. Esta disminución de presión, medible con un manómetro, está relacionada con el caudal circulante. La aplicación de este equipo en la toma de muestra es para obtener un caudal constante. Debido al estrechamiento de la sección del conducto, la corriente del aire, se separa de las paredes del lado posterior de la placa y forma una sección mínima denominada “vena contracta”. Cuando el aire alcanza la velocidad del sonido, el cociente entre las presiones absolutas de la vena contracta y la presión corriente arriba, adquiere un valor crítico (relación crítica de presiones). A partir de este valor, el caudal se mantiene constante en un valor máximo llamado caudal crítico. La calibración se realiza en un equipo primario o intermedio.

**-Rotámetro:** Medidor de caudal de área variable, constituido por un tubo troncocónico colocado verticalmente con su diámetro inferior hacia abajo. Este tubo tiene marcas transversales. Dentro se coloca un flotante esférico, cónico, etc. La entrada de aire se hace por la parte inferior y la salida por la superior.

El aire produce un pasaje anular entre el tubo y el flotante cuya área depende de la altura del flotante, la cual a su vez está en relación con el peso del mismo y la fuerza del flujo de aire.

En cuanto a la calibración, se hace con un medidor primario o intermedio. Se registra el volumen inicial y final en el equipo patrón, luego de un tiempo de funcionamiento dado. Se calcula el caudal:

$$Q = (V_f - V_i) / t$$

para una presión dada. Se repite para las otras marcas del rotámetro, y se traza una curva de calibración.

#### Calibración de un tren de muestreo

En la calibración de los equipos secundarios, la pérdida de carga que producirá el tren de muestreo se simula con la regulación de válvulas. Es más práctico realizar la calibración directamente con el tren de muestreo real a utilizar. Se calibra de esta manera el rotámetro de la bomba. En este caso se debe realizar la calibración en un ambiente libre

del contaminante, para evitar la retención de sustancias químicas en el impactador, filtro, etc. usado.

### **-Equipos para retener el contaminante o el aire**

Se clasifican en dos tipos, según se apliquen a la toma de muestras de:

#### **Contaminantes gaseosos**

#### **Contaminantes particulados**

#### 1-Equipos para retener contaminantes GASEOSOS

Bolsas de plástico: El material de la bolsa no debe reaccionar ni ser permeable al contaminante. Se usan de Nylon, Mylar, Teflón, etc. Son útiles para establecer la eficiencia de algunos métodos analíticos.

La retención del contaminante puede ser de 3 modos:

- **Medio líquido:** El contaminante se retiene en un solvente o bien en una solución que contiene un reactivo. Se clasifican en burbujeadores y dosímetros por absorción.
- **Medio sólido:** Están constituidos por un tubo plástico en cuya parte superior hay un receptáculo con una solución del reactivo, de la base del cual pende una mecha de material inerte, que se mantiene húmeda con la solución por capilaridad. La mecha cuelga dentro de un tubo cuyo extremo inferior está abierto. El contaminante se difunde por el tubo hasta la mecha y es absorbido por ella. Los equipos se clasifican según el mecanismo de retención del contaminante: por absorción (tubos detectores, tubos rellenos con absorbentes, dosímetros pasivos); por absorción y/o reacción química (detectores con cinta, dosímetros pasivos con cinta, dosímetros con soporte impregnado, tubos con reactivo sólido); por amalgama (con bomba, dosímetros pasivos).
- **Por condensación:** Se ha utilizado para la retención de vapores de Mercurio, óxidos de nitrógeno, etc. El equipo consiste en un frasco tipo burbujeador colocado en una mezcla frigorífica. El conjunto se pone en un frasco Dewar (con pared doble y vacío intermediario). En general son equipos pesados e incómodos cuyo uso es muy limitado. Se pueden rellenar con perlas de vidrio para aumentar la superficie de condensación.

- **Medidores de lectura directa (para gases y vapores):** Son equipos integrados, capaces de tomar la muestra del aire, hacer análisis cuantitativo de uno o más contaminantes y mostrar o registrar el resultado. En general dan información inmediata.

## 2-Equipos para retener contaminantes PARTICULADOS

- **Filtros:** Son de tela. Trabajan bajo el mismo principio que una aspiradora de uso doméstico. El flujo de gas pasa por el material del filtro que retira las partículas. Es eficiente para la retención de partículas finas
- **Cámaras de sedimentación:** Emplean la fuerza de gravedad para remover partículas sólidas. El flujo de gas ingresa a una cámara donde disminuye la velocidad del gas. Las partículas más grandes caen del flujo de gas en una tolva.
- **Ciclones:** Utilizan el principio de la fuerza centrífuga para remover el material particulado. El flujo contaminante es forzado a un movimiento circular. Este movimiento ejerce una fuerza centrífuga sobre las partículas y las dirige a las paredes exteriores del ciclón. Las paredes del ciclón se angostan en la parte inferior de la unidad, lo que permite que las partículas sean recolectadas en una tolva.

### **Actividades Contaminantes en el ambiente de trabajo**

- **Plantas de hormigón Elaborado – Fábrica de Cemento**

La industria del cemento contribuye al CO<sub>2</sub> en la reacción química, cuando el carbonato cálcico se transforma en dióxido de carbono y cal, y también al quemar combustibles fósiles para obtener la energía necesaria en la reacción. Esta industria produce el 5 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> de origen antropogénico siendo el balance de 900 kg de CO<sub>2</sub> por cada 1000 kg de cemento producido.

La fabricación de cemento incluye el transporte de materiales polvorientos o pulverizados desde la cantera de piedra caliza, hasta el embarque del producto terminado para envío. Las partículas son la causa más importante del impacto ambiental negativo. Los precipitadores electrostáticos, o los filtros de bolsa, constituyen un requerimiento rutinario para controlar las emisiones de partículas de los hornos. El control del polvo que resulta del transporte de los materiales es uno de los desafíos más difíciles; las bandas

transportadoras, pilas de acopio, y caminos de la planta, pueden ser causas más importantes de degradación de la calidad del aire, que las emisiones del molino y el horno.

**-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 pero 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**

Los procesos de extracción, transporte y trituración que se realizan en una cantera a cielo abierto y posteriormente en la planta de procesamiento producen la emisión de material particulado a la atmósfera que en concentraciones superiores a las establecidas por norma pueden afectar de manera negativa en los operarios y en las poblaciones adyacentes si las hubiera.

Si se tratara de procesos de extracción con voladura, y la maquinaria de trituración fuera de impacto sumado con la presencia de cribas clasificadoras; también existiría una contaminación auditiva.

**-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.

**-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 intersticial 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 cromosómico 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**

Los disolventes son perjudiciales para los ecosistemas acuáticos. Algunos pigmentos sintéticos están clasificados como cancerígenos. El resto de componentes de las pinturas sintéticas son mayoritariamente derivados del petróleo, volátiles y con algún grado de toxicidad, especialmente los conservantes. Algunos pueden causar alergias.

**-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, bronce 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.

-Óxido de Hierro: Es el principal elemento en la aleación del acero. Provoca irritación nasal, de garganta y pulmones, a 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 hidrocarbano 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 para 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.

- **Minería y excavaciones subterráneas**

**-Aparato respiratorio:** Los accidentes por intoxicación se cuentan entre los de mayor frecuencia. Los trabajadores de la minería y excavaciones subterráneas 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 Metalúrgica**

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 adecuada al trabajo que cubra por completo la piel y elementos de protección personal (guantes, gafas protectoras, pantallas protectoras, protectores bucos nasales como barbijos, máscaras de gas, equipos de respiración autónoma).