



Estándares OISS
de Seguridad y Salud en el Trabajo
EOSys

Metodología de Higiene Industrial

EOSyS

13

ACTUALIZADO

12/2021

Contenido

1. Introducción
2. Objeto
3. La encuesta higiénica
4. Estrategia de muestreo o medición
5. Preparación de los equipos de muestreo o medición
6. Trabajo de campo
7. Técnicas analíticas de contaminantes químicos y/o biológicos
8. Criterios de evaluación ambientales y biológicos
9. Métodos de control en Higiene Industrial

1. Introducción

Los trabajadores en el desarrollo de su actividad diaria pueden verse afectados por determinados factores de tipo mecánico, ambiental o mental, denominados en sentido amplio **condiciones de trabajo**, que si no se controlan adecuadamente pueden derivar en potenciales daños para su salud. La *Higiene Industrial* es la técnica preventiva que se dedica específicamente a la identificación, evaluación y control de aquellos factores ambientales presentes en los entornos laborales que pueden ocasionar enfermedades, deterioro importante de la salud o crear un malestar significativo entre los trabajadores. Tradicionalmente, los factores ambientales se han clasificado para su estudio en contaminantes de tipo físico, químico y biológico.

Los *agentes físicos* suelen ser producidos por perturbaciones mecánicas o emisiones energéticas ambientales que al interactuar con el cuerpo humano pueden causar diferentes efectos adversos si no se cuenta con medidas técnicas o personales de protección. A nivel laboral pueden encontrarse elevados niveles sonoros producidos por vehículos, máquinas y equipos de trabajo, vibraciones mecánicas intensas producidas en el conjunto mano-brazo por herramientas manuales vibrantes o sobre todo el cuerpo debido a la circulación continua de vehículos pesados; también son objeto de estudio por los higienistas los efectos de las radiaciones ionizantes y no ionizantes emitidas por determinados equipos de trabajo (radiodiagnóstico, soldadura industrial, microondas, radiofrecuencias, etc.), la exposición prolongada de trabajadores a ambientes extremos de calor (fundiciones, hornos, calderas, etc.) o de frío (cámaras frigoríficas, con gases criogénicos, etc.) o la adecuación de los niveles de iluminación de los puestos de trabajo a la tarea que se desarrolla en ellos.

Algunos de los miles de *productos químicos* que se utilizan a nivel industrial pueden tener alguna característica de peligrosidad intrínseca que pueda desencadenar a largo plazo efectos tóxicos, nocivos, corrosivos, irritantes, sensibilizantes, carcinógenos, mutágenos o teratógenos para los trabajadores. Resulta fundamental, por tanto, su estudio y caracterización para evitar enfermedades profesionales producidas por su ingreso en el organismo a través de la vía inhalatoria, la dérmica o su ingestión accidental por malas prácticas higiénicas.

De igual forma, la presencia de *agentes patógenos* en los ambientes laborales en forma de virus, bacterias, hongos o parásitos ya sea por manipulación intencionada y consciente (laboratorios de investigación microbiológica, por ejemplo) o de forma casual y accidental (pinchazo con una jeringuilla contaminada en atención sanitaria) puede provocar patologías de origen biológico en un colectivo muy importante de trabajadores.

2. Objeto

El presente Estándar sobre *Metodología de Higiene Industrial* pretende servir de guía práctica a los expertos en salud ocupacional para realizar de una forma estructurada, objetiva y científica la secuencia de acciones necesarias para identificar, valorar, evaluar y controlar los posibles factores ambientales que pueden afectar a los trabajadores en su actividad cotidiana. Esta secuencia consta de 7 pasos básicos:

1. Realización de la encuesta higiénica.
2. Estrategia de muestreo o medición.
3. Preparación de los equipos de muestreo o medición.
4. Trabajo en terreno.
5. Análisis de contaminantes químicos o biológicos.
6. Criterios de evaluación ambiental y biológica.
7. Métodos de control de los factores ambientales.

3. La Encuesta Higiénica

El primer paso se centrará en la recopilación de información relevante que permita disponer de suficientes datos sobre la actividad desarrollada por la empresa, los equipos de trabajo manejados, los focos que generan contaminación o las medidas preventivas que se han establecido para minimizar los riesgos higiénicos. Tres son las principales fuentes donde puede acudir un experto para obtener esta información:

- **Estadísticas de siniestralidad y absentismo de la empresa:** del estudio detallado de los partes de enfermedades profesionales se pueden detectar las patologías más frecuentes, las áreas más problemáticas o los potenciales focos de generación de contaminación.
- **Análisis de los puestos de trabajo:** es importante recopilar y analizar información obtenida directamente en los puestos de trabajo sobre:
 - Características básicas de los procesos.
 - Tareas y actividades fundamentales desarrolladas por los trabajadores.
 - Tipología de las instalaciones, maquinaria, equipos de trabajo y vehículos.
 - Información de materias primas o productos químicos utilizados, extraída de las correspondientes fichas de datos de seguridad.
 - Focos críticos de generación de contaminación.
 - Distribución de los trabajadores por áreas, puestos, turnos o tipo de tareas realizadas.
 - Medidas de control implantadas en la empresa.
 - Equipos de protección personal usados por los trabajadores.

4. Estrategia de muestreo o medición

Un elemento diferencial de la Higiene Industrial respecto de otras disciplinas preventivas, como puede ser la Seguridad Laboral, es el hecho de que se necesita cuantificar la magnitud de los riesgos higiénicos mediante mediciones o tomas de muestras obtenidas directamente en los puestos de trabajo. Los aspectos más importantes a tener en cuenta cuando se planifica esta fase de mediciones o tomas de muestras, son los siguientes:

a) **Clasificación general de los equipos de muestreo o medición.**

Los equipos de muestreo o medición se clasifican en:

- **Equipos de lectura directa *indicativos*.** Se trata de dispositivos usados específicamente para contaminantes químicos o biológicos que pueden alertarnos sobre su presencia, o darnos un valor aproximado de la cantidad que existe en una zona de trabajo. Su ventaja es que son equipos baratos y muy sencillos de manejar; los más conocidos son los tubos colorimétricos o los papeles tratados que cambian de color en presencia de un contaminante.
- **Equipos de lectura directa de *precisión*.** Suelen ser dispositivos electrónicos muy sensibles y precisos provistos de sondas que captan y analizan determinados contaminantes facilitando en tiempo real el tipo y cantidad exacta de contaminante que necesitamos cuantificar. Dependiendo de la sonda disponible se pueden medir niveles de monóxido o dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno o azufre, oxígeno, etc.

Dentro de este grupo también se incluyen equipos de lectura directa para caracterizar agentes físicos como luxómetros, sonómetros, acelerómetros, termómetros digitales, higrómetros, etc.

- **Equipos de tomas de muestras, para posterior análisis.** Se trata de la combinación de una bomba que aspira una cantidad constante de aire y un dispositivo filtrante que retiene bien mecánicamente o químicamente el contaminante que se quiere analizar. En el caso de contaminantes químicos el elemento filtrante puede ser mecánico (*filtros de celulosa, PVC, teflón, fibra de vidrio, etc.*) o tubos de adsorción química (*carbón activo, gel de sílice, resinas orgánicas, etc.*) que una vez muestreado en el puesto de trabajo se envía posteriormente al laboratorio para determinar cualitativa y cuantitativamente su contenido.

Para determinación de contaminantes de tipo biológico la recogida de muestras se realiza con bombas de aspiración de aire especiales sobre cultivos específicos de tipo orgánico tales como agar-agar, agar-cloranfenicol, cultivos Mc Conkey, etc.

- **Equipos de muestreo pasivos.** Algunos contaminantes químicos pueden muestrearse por procesos de difusión en un medio de retención adecuado sin necesidad de forzar el paso de aire provocado por una bomba de aspiración (por eso se denominan sistemas pasivos de muestreo). El dispositivo pasivo, una vez muestreado, debe ser también analizado por un laboratorio para obtener la cantidad de contaminante presente.

b) Tipo de muestro o medición a realizar.

Dependiendo del objetivo final, los muestreos o mediciones pueden ser:

- **De larga duración**, normalmente coincidiendo con la jornada laboral estándar y que suele extenderse durante 8 horas diarias, 45 horas semanales.
- **De corta duración**, para periodos intensos de exposición, pudiendo ser instantáneas o en tiempos estándar de 15 minutos continuos dentro de la jornada laboral.
- **Personales**, donde el equipo lo soporta en todo momento el trabajador.
- **Ambientales**, donde el equipo se sitúa fijo en una determinada zona o área concreta de trabajo.

Dependiendo de la precisión que necesitemos, los muestreos o mediciones pueden ser:

- **Indicativos**, para facilitar a los expertos una aproximación al nivel de riesgo previsible.
- **Precisión**, en estudios que requieran datos exactos y concretos.

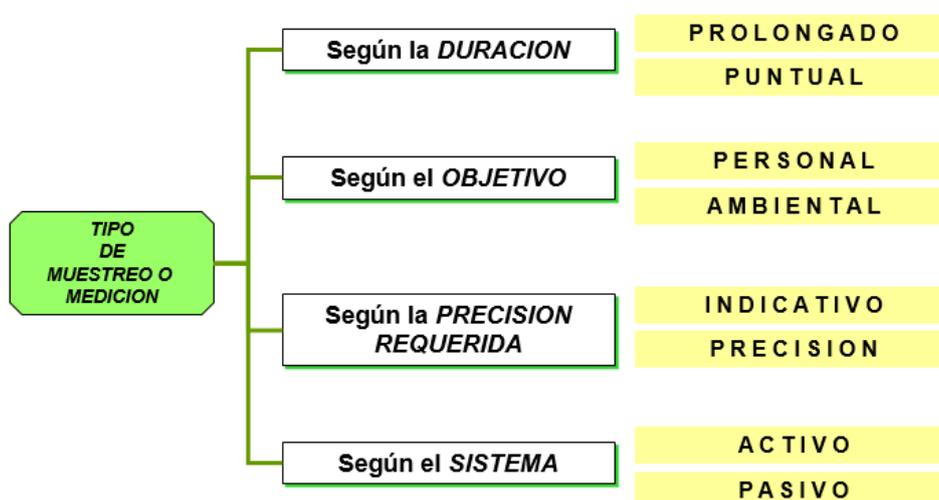
Dependiendo del tipo de equipo utilizado, los muestreos o mediciones pueden realizarse:

- **Con sistemas activos**, combinando bombas de muestreo y elemento asociado de captación del contaminante.
- **Con sistemas pasivos**, donde no es necesario el uso de bombas de captación.

c) Personas o puestos a muestrear:

Para realizar una estrategia coherente se debe intentar muestrear o medir preferentemente aquellos puestos que:

- Estén más próximos al foco donde se genera el contaminante.
- Se sitúen en las trayectorias de las corrientes de aire.
- Tengan un contaminante más peligroso.
- Supongan un mayor tiempo real de exposición para el trabajador.



5. Preparación de los Equipos de Muestreo o Medición

Un aspecto fundamental dentro de la metodología propuesta para la cuantificación de los factores ambientales lo constituye la parte dedicada a la logística, preparación, calibrado y puesta a punto de bombas de aspiración, equipos de medición y filtros de retención utilizados. De su perfecto estado de funcionamiento dependerá, en gran medida, la fiabilidad, representatividad y objetividad de los datos que se obtengan.

a) Logística general de equipos.

Antes de adquirir equipos de muestreo o medición es importante verificar que sus especificaciones técnicas y condiciones de uso se adaptan a nuestras necesidades en cuanto a:

- Ambiente habitual en que se van a usar (interior o exterior, rango de temperaturas extremas de uso, atmósferas explosivas, funcionamiento en

situaciones de suciedad o polvo extremo, influencia de la altitud en los resultados, etc.).

- Características físicas del equipo (tamaño, peso, facilidad de funcionamiento, disponibilidad de software de tratamiento de datos, etc.).
- Normas legales o técnicas que es necesario que cumplan.
- Métodos de calibración y/o verificación que van a requerir.
- Tipo de mantenimiento necesario y disponibilidad de recambios y piezas de repuesto.

b) Preparación previa de equipos y medios de retención.

Esta labor desarrollada en el laboratorio de higiene debe incluir:

- La puesta a punto general de equipos, materiales y accesorios.
- La comprobación de los niveles de carga de las baterías de los equipos.
- La preparación de los medios de retención para las muestras:
 - *Filtros mecánicos (PVC, celulosa, teflón, fibra de vidrio, etc.)*
 - *Tubos absorbentes (carbón activo, gel de sílice, resinas orgánicas, etc.)*
 - *Muestreadores pasivos.*
 - *Tubos colorimétricos.*
 - *Placas de cultivos (agar, cloranfenicol, etc.)*

c) Calibración de los equipos de muestreo o medición.

La mayoría de los equipos de lectura directa y las bombas de aspiración suelen estar sometidas a estrictos controles de calibración exigidos por la normativa con el fin de garantizar la fiabilidad de las mediciones realizadas. Estos controles deben quedar guardados en los correspondientes archivos del laboratorio, en documentos físicos o en soportes digitales.

Hay que tener en cuenta, además, que la mayoría de los fabricantes de equipos de medición o muestreo, exigen también estrictos controles periódicos de calidad en sus instalaciones para garantizar la fiabilidad y representatividad de los datos que registran sus equipos, facilitando los correspondientes certificados de calibración acreditados.

6. Trabajo en Terreno

Cuando el higienista se encuentra ya sobre el terreno para analizar los puestos o las áreas de trabajo objeto de las mediciones o la toma de muestras, es conveniente que tenga en cuenta los siguientes aspectos básicos:

a) Fichas de registro de datos de campo:

Los datos relevantes del trabajo en terreno deben ser recopilados y registrados en fichas que permitan su posterior consulta. Es importante recoger, entre otros, la ubicación exacta del puesto, el número de registro del equipo, los tiempos de exposición, el número y tipo de filtros utilizados, el valor exacto del parámetro medido o la relación de tareas realizadas por el trabajador durante la medición o toma de muestras.

b) Montaje / desmontaje de los equipos de muestreo o medición.

- En el caso de mediciones o tomas de muestras **personales**, los equipos se sitúan en un punto fijo lo más próximo posible a las vías respiratorias del trabajador (en el caso de contaminantes químicos), del pabellón auditivo (en las mediciones de ruido) o de la cabeza o el tórax (en la determinación de la dosis efectiva de radiaciones).
- Si se trata de un estudio ambiental de un área o un equipo de trabajo concreto, es conveniente situar el sensor del equipo próximo al foco de generación del contaminante o en la posición donde se prevea mayor presencia de trabajadores en condiciones normales de operación.

c) Control del muestreo o la medición.

Es necesario controlar todo el proceso de medición o toma de muestras para comprobar que se realiza de acuerdo con el procedimiento que marca la normativa en higiene industrial. Se debe verificar que las baterías funcionan correctamente, los filtros se encuentran en su posición original, los sensores no se encuentran obstruidos, las tareas que realizan los trabajadores son las previstas, el proceso de trabajo no sufre alteraciones o paradas imprevistas, etc.

d) Identificación y preparación de las muestras.

En el caso de que se necesario recoger muestras para su posterior análisis, existen protocolos específicos para la identificación, preparación y transporte que se encuentran fijados en los métodos de muestreo normalizados. Es preciso, por tanto, conocer y seguir escrupulosamente estos protocolos para no deteriorar las muestras antes de su llegada al laboratorio de análisis.

7. Técnicas analíticas de contaminantes químicos y/o biológicos

Aquellos contaminantes que por sus características hayan necesitado para su caracterización la realización de una toma de muestras, fundamentalmente compuestos químicos y agentes biológicos, deben enviarse a laboratorios de análisis acreditados para su valoración cualitativa y cuantitativa. Cada contaminante en función de su naturaleza dispone de un método de análisis propio que permitirá determinar el valor exacto en el que está presente en un determinado puesto o área de trabajo.

Los métodos analíticos más importantes son:

a) Para contaminantes químicos:

- Cromatografía de gases o líquida (vapores orgánicos)
- Espectrofotometría: absorción atómica (metales), infrarrojo (nieblas de aceite mineral), visible, ultravioleta, Rayos X (sílice), fluorometría, etc.
- Gravimetría (materia particulada)
- Microscopía óptica de contraste de fase (fibras naturales y artificiales)

b) Para contaminantes biológicos:

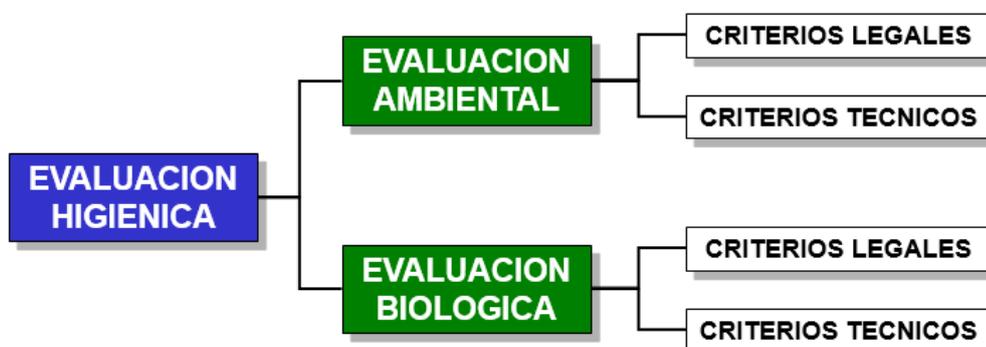
- Crecimiento microbiológico controlado a temperatura constante y posterior recuento cualificado de colonias.

8. Criterios de evaluación ambientales y biológicos

El proceso de evaluación higiénica se basa en comparar los valores obtenidos en las determinaciones cuantitativas con unos niveles de referencia objetivos que indicará si nos encontramos en una situación aceptable, si los valores se sitúan por debajo de ese nivel de referencia o, si por el contrario, podemos estar en riesgo higiénico potencial por exponernos a valores superiores a los admitidos.

Los niveles de referencia se clasifican en dos grandes grupos:

- Dependiendo de su origen:
 - Criterios legales: están fijados en textos normativos y, por tanto, son de obligado cumplimiento para todas las empresas.
 - Criterios técnicos: los proponen entidades de reconocido prestigio nacional o internacional y suponen una interesante referencia científica en caso de ausencia de criterio legal.
- Dependiendo de su naturaleza:
 - Criterios ambientales: basados en parámetros físico-químicos característicos de los lugares de trabajo tales como valores de contaminación en el aire, niveles de ruido o porcentaje de humedad relativa en una determinada área.
 - Criterios biológicos: toman como referencia determinados parámetros biológicos presentes en los fluidos corporales de los trabajadores (sangre u orina) o en el aire exhalado, y que son usados posteriormente como referencia para diseñar los programas de vigilancia de la salud en las empresas.



A continuación se citan algunos de estos criterios utilizados habitualmente en Higiene Industrial:

- **Criterios ambientales de tipo legal:**

- Límites Permisibles Ponderados (*jornadas normales de 8 horas/diarias, 45 horas/semanales*), Límites Permisibles Temporales (*15 minutos continuos en una jornada de trabajo*) y Límites Permisibles Absolutos para contaminantes químicos.
- Límites Permisibles para ruido estable, fluctuante e impulsivo.
- Límites Permisibles para vibraciones mecánicas mano-brazo o cuerpo completo.
- Valores límites permisibles del índice *TGBH* (Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo) y de exposición ocupacional al frío.
- Valores mínimos de iluminación promedio en función del lugar o la faena.
- Límites Permisibles para radiación láser, microondas, ultravioleta y radiaciones ionizantes.

- **Criterios ambientales de tipo técnico:**

Valores Límites Ambientales (*TLV*) para contaminantes químicos, propuestos por la *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) de Estados Unidos.

Valores Límites Ambientales (*VLA*) para contaminantes químicos, propuestos por el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo* (INSHT) de España.

Niveles límites de ruido, propuestos por la ACGIH de Estados Unidos.

Niveles recomendados de radiaciones ionizantes y no ionizantes, propuestos por la ACGIH de Estados Unidos.

- **Criterios biológicos de tipo legal:**

- Límites de tolerancia biológica para determinados agentes químicos.

- **Criterios biológicos de tipo técnico:**

Biological Exposure Indice (BEI) para determinadas sustancias químicas, propuestos por la ACGIH de Estados Unidos.

Valores Límites Biológicos (**VLB**) para determinadas sustancias químicas, propuestos por el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT)* de España.

Es importante destacar que el **concepto global** de evaluación higiénica es el resultado conjunto de los resultados obtenidos de la valoración ambiental realizada por el experto higienista y del diagnóstico del estado biológico del trabajador realizado por los médicos de salud ocupacional. Cada uno de estos análisis realizados por separado son incompletos ya que pueden ocurrir las siguientes situaciones cruzadas que es necesario interpretar:

- Evaluación ambiental **sin** riesgo, evaluación biológica **sin** riesgo: es una situación coherente ya que la ausencia de contaminantes ambientales por encima de los límites permisible tiene que traer como consecuencia lógica la salud de los trabajadores.
- Evaluación ambiental **con** riesgo, evaluación biológica **con** riesgo: también es razonable pensar que ambientes de trabajo con riesgo traigan como consecuencia su repercusión negativa sobre la salud de los trabajadores.
- Evaluación ambiental **sin** riesgo, evaluación biológica **con** riesgo: puede indicar a los servicios médicos que un contaminante ambiental de tipo químico o biológico puede estar ingresando en el organismo por una vía de entrada diferente a la inhalatoria (por ejemplo por vía cutánea o por vía digestiva), y también, aunque suele ser poco habitual, la patología puede ser consecuencia de una exposición post-laboral del trabajador.
- Evaluación ambiental **con** riesgo, evaluación biológica **sin** riesgo: puede indicarnos un uso intensivo de equipos de protección personal que están sirviendo de barrera para el ingreso de los contaminantes en el organismo, tanto frente a agentes de tipo químico (*mascarillas respiratorias*), físico (*protección auditiva, por ejemplo*) o biológico (*guantes de protección*).

9. Métodos de Control en Higiene Industrial

La fase final de la metodología propuesta, y probablemente la más importante de todas, lo constituye el análisis e implantación de medidas de control que tengan como objetivo final la eliminación completa de los riesgos higiénicos presentes o, si ello no fuera posible técnicamente, reducirlos a niveles aceptables.

La prioridad en la adopción de estas medidas seguirá la filosofía preventiva marcada por la normativa vigente, es decir, primero se implementarán las actuaciones de carácter técnico sobre instalaciones, procesos o equipos de trabajo, posteriormente las de tipo organizativo tendentes a reducir los tiempos reales de exposición y, por último, las que se centren en directamente sobre el trabajador de forma individualizada.

a) Medidas de control de tipo técnico:

También denominado *control de ingeniería*, actúan directamente sobre las instalaciones, los procesos de trabajo, los equipos o las herramientas utilizadas. Son las más efectivas desde el punto de vista preventivo. Algunas de estas medidas son:

- **Sustitución / modificación del proceso de trabajo.**

(ej.: pulverización de agua en puntos críticos de generación de polvo, automatización de los procesos de alimentación de materias primas en forma de polvo, trabajar en procesos fríos o a temperatura ambiente para evitar evaporaciones, etc.)

- **Sustitución de materias primas o productos químicos peligrosos por otros menos nocivos.**

(ej.: cambiar pinturas apolares con disolventes orgánicos por pinturas al agua, elegir productos químicos con altos límites permisibles de exposición y baja toxicidad, etc.).

- **Elección adecuada de vehículos y equipos de trabajo.**

(ej.: elegir vehículos operativos en minería interior dotados de cabina hermética y filtración de la entrada de aire exterior, analizar el nivel de ruido y vibraciones generados por los equipos en los procesos de compra, etc.).

- **Separación, aislamiento y encerramiento de focos críticos de contaminación.**

(ej.: cerramiento de chancadores, harneros y correas transportadoras de mineral, cabinas específicas para pulverización de pintura, soldadura o chorreado de piezas, aislamiento acústico y térmico de equipos de trabajo, etc.).

- **Extracción localizada de contaminantes.**

(ej.: captación de polvo mediante colectores en traspasos y chutes de transferencia, instalación de extractores de aire contaminado en procesos de soldadura, etc.).

- **Ventilación general de instalaciones y galerías.**

- **Sistemas de acondicionamiento de aire.**

- **Programas de mantenimiento periódico.**

(ej.: sustitución de filtros, cambio de juntas, engrasado de engranajes y ejes, etc.)

- **Programas de limpieza de instalaciones y equipos de trabajo.**

(ej.: aspiración de materia particulada del suelo, retirada de residuos biosanitarios, etc.).

b) Medidas de control de tipo organizativo:

Se basan en reducir el tiempo efectivo de presencia de los trabajadores en ambientes contaminados al estrictamente necesario para realizar su labor, evitando sobreexposiciones innecesarias. Existen dos tipos de medidas organizativas básicas:

- Disminución del tiempo real de exposición al mínimo imprescindible.
- Rotación programada de puestos de trabajo.

c) Medidas de control de tipo personal:

Una vez agotadas las posibilidades que nos ofrecen las medidas de tipo técnico y organizativo, sólo nos resta actuar directamente sobre el trabajador para reducir su exposición al máximo posible. Las medidas personales más destacables son:

- **Aislamiento del operario del entorno.**

(ej.: cabinas herméticas y dotadas de filtración de la entrada de aire en equipos de picado en minería interior y zonas de control visual de procesos, etc.).

- **Formación e información sobre riesgos.**

- **Establecimiento de procedimientos adecuados de trabajo.**

- **Medidas higiénico-sanitarias básicas.**

(ej.: prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo, etc.).

METODOLOGIA DE HIGIENE INDUSTRIAL

- Uso de equipos de protección personal.

(ej.: mascarillas de protección respiratoria, tapones u orejeras anti ruido, pantallas o gafas anti radiación, guantes de protección frente a agentes químicos o biológicos, etc.).

- Programas periódicos de vigilancia de la salud.

(ej.: espirometrías, análisis de indicadores biológicos para exposición a agentes químicos, radiografías de tórax para exposición a sílice, audiometrías, control visión, etc.).