

## SECRETARIA DE SALUD

### **NORMA Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011, Salud ambiental-Indices biológicos de exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas.**

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

MIKEL ANDONI ARRIOLA PEÑALOSA, Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, 3 fracción XIII, XIV y XXVIII, 17 Bis fracción III, 110, 111 fracción IV, 128, 129, 132 y 133 fracción I de la Ley General de Salud; 3 fracción XI, 38, 40 fracciones I, III, VII y XI, 41, 43, 46, 47 fracción IV y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 fracción I incisos a) y d), 66, 1214, 1220 fracción I y 1226 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios; artículo 2 inciso C) fracción X del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud; 3, fracciones I literal i y II, 10 fracciones IV y VIII del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, y

#### CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo previsto en el artículo 46 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Proyecto de Modificación fue aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, en sesión celebrada en el año 2002.

Que con fecha 14 de julio de 2009, en cumplimiento del acuerdo del Comité y lo previsto en el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se publicó el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-1993, Que establece los límites biológicos máximos permisibles de disolventes orgánicos en el personal ocupacionalmente expuesto; para quedar como Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2002, Salud Ambiental – Indices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas, en el Diario Oficial de la Federación, a efecto que dentro los sesenta días naturales posteriores a dicha publicación, los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.

Que con fecha previa, fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación, las respuestas a los comentarios recibidos por el mencionado Comité, en los términos del artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en atención a las anteriores consideraciones, contando con la aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, tengo a bien expedir y ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación de la Norma Oficial Mexicana NOM-047-SSA1-2011. Salud ambiental-Indices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas.

#### PREFACIO

La presente Norma establece los Indices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas, responde a la necesidad de contar con una guía para apoyar la evaluación del riesgo a la salud del personal ocupacional que labora con estas sustancias, a partir de conocer los Indices Biológicos de Exposición, con el fin de implementar y evaluar las medidas de control dirigidas a la conservación de la salud y a la prevención de efectos nocivos en este personal.

Así mismo responde al cumplimiento tanto del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 que plantea en su objetivo 8 Garantizar que la salud contribuya a la superación de la pobreza y al desarrollo humano en el país, y en su estrategia 8.3 Promover la productividad laboral mediante entornos de trabajo saludables; como del Programa Nacional de Salud, que establece en su objetivo 5. Garantizar que la salud contribuya al combate a la pobreza y al desarrollo social del país, en su estrategia 1. Fortalecer y modernizar la protección contra riesgos sanitarios, en su Línea de acción 1.5 Fortalecer las políticas y acciones de protección contra riesgos sanitarios atendiendo las evidencias científicas, y dentro de sus actividades la de "mantener actualizadas las estrategias para el análisis de los riesgos sanitarios a los que se enfrenta la población y establecer las acciones que deberán ser incorporadas a los Proyectos que para su atención opera el Sistema Federal Sanitario en materia de Salud Ocupacional".

Es importante considerar que para mejorar las condiciones de salud de la población es necesario proteger la salud del personal ocupacionalmente expuesto mediante medidas preventivas y de promoción a la salud, atención integral de los accidentes laborales y modernización del marco legal en materia del trabajo.

En la elaboración de la presente Norma, participaron las siguientes dependencias del Ejecutivo Federal, instituciones y representantes del sector privado y social:

SECRETARIA DE SALUD

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

SERVICIOS DE SALUD DE SAN LUIS POTOSI

SERVICIOS DE SALUD DE TLAXCALA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Coordinación de Salud en el Trabajo

PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE

PETROLEOS MEXICANOS

Subdirección Corporativa de Servicios Médicos

FEDERACION NACIONAL DE SALUD EN EL TRABAJO, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE HIGIENE INDUSTRIAL, A.C.

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION

ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA, A.C.

ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS A.C.

ANALISIS AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

## INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Abreviaturas y símbolos
6. Especificaciones
7. Procedimiento para evaluar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas
8. Métodos de muestreo
9. Aspectos éticos
10. Informe de resultados
11. Vigilancia
12. Concordancia con normas internacionales
13. Bibliografía
14. Vigencia

### Apéndice Normativo A

- |         |   |
|---------|---|
| Tabla 1 | Indices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas |
| Tabla 2 | Consideraciones metodológicas en el muestreo  |
| Tabla 3 | Consideraciones metodológicas en el transporte y almacenamiento                                   |
| Tabla 4 | Consideraciones metodológicas en el análisis  |
| Tabla 5 | Consideraciones metodológicas especiales  |
| Tabla 6 | VARIABLES que afectan los niveles de los determinantes en las muestras biológicas                 |
| Tabla 7 | Momento del muestreo  |

## **0. Introducción**

El monitoreo biológico proporciona a los profesionales de la salud ocupacional un medio para evaluar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto a las sustancias químicas. Mientras el muestreo del ambiente en los puestos de trabajo tiene por objeto evaluar la exposición a la inhalación de las sustancias químicas en estos puestos midiendo la concentración de los contaminantes en el aire y para ello se aplica la metodología y los Límites Máximos Permisibles de Exposición (LMPE) que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral, el monitoreo biológico de la exposición es una valoración de la exposición total a las sustancias químicas que están presentes en el puesto de trabajo a través de la medición apropiada del “determinante” o “determinantes” en las muestras biológicas tomadas al personal ocupacional en un momento determinado. Implica la medición de la concentración de un determinante químico en el medio biológico de los individuos expuestos y es un indicador del ingreso al organismo de una sustancia. Los Índices Biológicos de Exposición (IBE) sirven como valores de referencia para evaluar los resultados del monitoreo biológico de la exposición. El monitoreo biológico de la exposición indirectamente refleja la dosis del personal ocupacional derivada de la exposición a la sustancia química de interés. El IBE indica generalmente una concentración por debajo de la cual la mayoría del personal ocupacional no debería sufrir efectos adversos a la salud. Los IBE no están dirigidos para utilizarse como una medición de los efectos adversos ni para el diagnóstico de enfermedades de trabajo.

El determinante puede ser la misma sustancia química o su(s) metabolito(s) o un cambio bioquímico característico inducido por la sustancia. En la mayoría de los casos, la medición puede realizarse en la orina, la sangre o en el aire exhalado tomados al personal ocupacionalmente expuesto. Dependiendo del determinante, la muestra biológica elegida y el momento de tomar la muestra, la evaluación puede indicar alguna de las siguientes situaciones: la intensidad de una exposición reciente, la exposición promedio diaria o una exposición crónica acumulativa.

El monitoreo biológico de la exposición ayuda a los profesionales de la salud ocupacional para la detección y la determinación de la vía de absorción (inhalación, piel o ingestión), la investigación de la distribución y acumulación en el organismo, la reconstrucción de exposiciones anteriores en ausencia de otras mediciones de exposición, la detección de la exposición no ocupacional en el personal ocupacional, probar la eficacia de los equipos de protección personal y de los controles de ingeniería, y monitorear los procedimientos, las prácticas o actividades ocupacionales.

El monitoreo biológico de la exposición es un complemento de la evaluación de la exposición por muestreo del aire. La existencia de un IBE no indica una necesidad de efectuar un monitoreo biológico de la exposición. La aplicación de los IBE y el desarrollo, conducción e interpretación de los protocolos del monitoreo biológico de la exposición requieren del conocimiento, la capacidad y la experiencia de un profesional de la salud ocupacional.

### **1. Objetivo**

Establecer los Índices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas, como una medida para apoyar la detección de los niveles de riesgos a la salud en función de la exposición a las sustancias químicas en los establecimientos y para apoyar las medidas de higiene industrial y de protección a la salud del personal.

### **2. Campo de aplicación**

Esta Norma es de observancia obligatoria en todos los establecimientos donde se usen o manejen sustancias químicas en la República Mexicana.

### **3. Referencias**

Para la correcta interpretación de esta norma, deben consultarse las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

**3.1** Norma Oficial Mexicana NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

**3.2** Norma Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

**3.3** Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008, Equipo de Protección Personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

**3.4 Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000,** Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

**3.5 Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993,** Que establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.

**3.6 Norma Oficial Mexicana NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002,** Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

#### **4. Definiciones**

Para los efectos de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

**4.1 Aire exhalado:** Mezcla de gases que se desplaza por el pulmón y se descarga a través de las vías respiratorias durante la exhalación.

**4.2 Autoridad:** La Secretaría de Salud (SSA), entidad responsable de vigilar el cumplimiento de esta norma.

**4.3 Biotransformación:** Es el proceso metabólico por el cual una sustancia es transformada a otra por medio de una reacción química; es decir, son los cambios que sufren las sustancias dentro del organismo en su estructura molecular, transformándose en nuevos compuestos con propiedades toxicológicas generalmente diferentes.

**4.4 CAS:** Iniciales en inglés del Servicio de Información de Sustancias Químicas de la Sociedad Americana de Química de los Estados Unidos de América (Chemical Abstract Service).

**4.5 Creatinina:** Sustancia endógena de depuración renal que se utiliza durante los análisis químicos para estandarizar las orinas.

**4.6 Contaminantes del medio ambiente laboral:** Son todas las sustancias químicas y mezclas capaces de modificar las condiciones del medio ambiente del centro de trabajo y que por sus propiedades, concentración y tiempo de exposición o acción, pueden afectar la salud de los trabajadores.

**4.7 Determinante:** Se considera la sustancia misma; uno o más de sus metabolitos; o un cambio bioquímico característico reversible inducido por la sustancia.

**4.8 Duración:** Es el tiempo de exposición a una sustancia química en el ambiente ocupacional. Las exposiciones pueden ser agudas, subcrónicas y crónicas.

**4.9 Especificidad (selectividad):** Capacidad del método analítico para medir inequívocamente al analito en presencia de otros componentes que pueda esperarse que se encuentran presentes.

**4.10 Establecimientos:** los locales y sus instalaciones, dependencias y anexos, estén cubiertos o descubiertos, sean fijos o móviles, en los que se desarrolle el proceso de los productos o las actividades y servicios a que se refiere este ordenamiento.

**4.11 Exactitud:** Es la concordancia entre un valor obtenido experimentalmente y el valor de referencia.

**4.12 Exposición:** El proceso por el cual el elemento, mezcla y/o compuesto químico entra en contacto y se introduce o es absorbido por el organismo por cualquier vía: inhalatoria, cutánea o digestiva. En las mujeres en estado de embarazo o en periodo de lactancia se deben de tomar en cuenta la vía transplacentaria y la lactancia como vías de posible exposición para el producto.

**4.13 Índices Biológicos de Exposición (IBE):** Son valores de referencia que sirven para evaluar los resultados del monitoreo biológico de la exposición y que apoyan en la evaluación de riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas.

**4.14 Intensidad:** Es la concentración de la sustancia química en el ambiente ocupacional.

**4.15 Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en tiempo (LMPE-PPT):** Es la concentración promedio ponderada en tiempo de un contaminante del medio ambiente laboral para una jornada de ocho horas diarias y una semana laboral de cuarenta horas, a la cual se pueden exponer la mayoría de los trabajadores sin sufrir daños a su salud.

**4.16 Manejo:** Son las tareas que se llevan a cabo, siguiendo un procedimiento establecido, en cada una de las actividades del proceso de las sustancias químicas.

**4.17 Metabolito:** Es el producto de la biotransformación enzimática que sufren las sustancias químicas en el organismo.

**4.18 Monitoreo:** Es la medición sistemática y continua de los cambios en las variables o parámetros de interés.

**4.19 Monitoreo biológico:** Medición sistemática y continua de los cambios en las variables o parámetros de interés en un organismo con el objetivo de vigilar y proteger la salud.

**4.20 Monitoreo biológico de la exposición:** Es la aplicación técnico-científica de la higiene industrial que consiste en la recolección, análisis e interpretación profesional estadística de muestras representativas tomadas de los fluidos biológicos (generalmente sangre y orina) y/o aire exhalado, a través de estrategias de muestreo basadas en la vida media biológica de las sustancias químicas, con objeto de conocer los niveles de exposición del personal ocupacionalmente expuesto.

**4.21 Nivel de acción:** Es la mitad del límite máximo permisible de exposición promedio ponderado en tiempo (LMPE-PPT).

**4.22 Orina:** Es el fluido excretado por los riñones, almacenado en la vejiga y descargado al exterior a través de la uretra.

**4.23 Personal ocupacionalmente expuesto (POE):** Todas las personas que por motivo de su actividad laboral están en contacto con sustancias químicas.

**4.24 Precisión:** La precisión de un método analítico es la cercanía de resultados sucesivos, obtenidos con el mismo método o material, bajo las mismas condiciones. Usualmente se expresa en términos de desviación estándar o del coeficiente de variación (desviación estándar relativa).

**4.25 Proceso:** Conjunto de actividades relativas a la obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de sustancias químicas.

**4.26 Profesionales de la salud ocupacional:** Incluye al médico de empresa certificado o con especialidad en medicina del trabajo.

**4.27 Sangre:** El tejido hemático con todos sus elementos.

**4.28 Secretaría:** La Secretaría de Salud.

**4.29 Sensibilidad:** Capacidad del método analítico para discriminar entre pequeñas diferencias de concentración del analito.

**4.30 Sustancia química:** Todo elemento o compuesto, por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural o es producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

**4.31 Tóxico:** Es toda sustancia química, la cual una vez que ingresa al organismo por cualquier vía, dependiendo de la dosis, la concentración que alcance en el organismo y del tiempo en que esto suceda, va a actuar sobre un sistema biológico específico causando alteraciones morfológicas y/o funcionales que pueden traducirse en enfermedad, e incluso la muerte.

**4.32 Uso:** Es el empleo de las sustancias químicas.

**4.33 Vida media biológica:** Tiempo requerido para que la cantidad de una sustancia en particular en un sistema biológico sea reducida a la mitad de su valor, a través de procesos biológicos, cuando la velocidad de remoción es aproximadamente exponencial.

**4.34 Vigilancia de la salud del personal ocupacionalmente expuesto:** Son los exámenes médico-fisiológicos realizados periódicamente al personal ocupacionalmente expuesto con el objeto de proteger su salud y prevenir el desarrollo de daños.

## 5. Abreviaturas y símbolos

mg/g	miligramos por gramo
µg/g	microgramos por gramo
µg/l	microgramos por litro
µg/ml	microgramos por mililitro
µg/dl	microgramos por decilitro
mg/m <sup>3</sup>	miligramos por metro cúbico
mg/l	miligramos por litro

g/g	gramos por gramo
ppm	partes de una sustancia química por un millón de partes de aire
pmol/g	picomoles por gramo
%	porcentaje
IBE	Índice Biológico de Exposición
POE	personal ocupacionalmente expuesto

NOM-010-STPS-1999 NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

## **6. Especificaciones**

**6.1** Es obligación del responsable del establecimiento realizar el Monitoreo Biológico de la Exposición Química, al personal ocupacionalmente expuesto y cumplir con las disposiciones de la presente Norma.

**6.2** Es obligación de la empresa, efectuar la interpretación de los resultados a través de personal competente; del análisis e informe analítico, emitidos por el laboratorio, y sistematizar esta información con el fin de evaluar el monitoreo biológico de la exposición a las sustancias químicas y apoyar la aplicación de las medidas de higiene industrial y de protección de la salud del personal ocupacionalmente expuesto.

**6.3** Es responsabilidad del personal ocupacionalmente expuesto participar en las actividades de monitoreo biológico de la exposición establecidas en esta Norma.

**6.4** Para realizar los monitoreos biológicos de la exposición el responsable del establecimiento deberá utilizar laboratorios autorizados por la Secretaría de Salud.

## **7. Procedimiento para evaluar la exposición del personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas**

**7.1** Para las sustancias químicas cancerígenas confirmadas y sospechosas para los humanos, mutágenos teratógenos, tóxicas para la reproducción, sensibilizantes, disruptores endócrinos o sustancias tóxicas persistentes y bioacumulativas no existe ningún límite de exposición "segura" y se deberán tomar todas las medidas preventivas específicas razonablemente factibles con el objeto de reducir el riesgo al mínimo posible. Se deberá realizar el monitoreo ambiental personal, el monitoreo biológico de la exposición e incluir al POE en un programa de vigilancia específica de su salud en relación con los posibles efectos de la sustancia química en cuestión según lo establecido en la normatividad correspondiente de vigilancia de la salud del trabajador, el monitoreo biológico de la exposición será anual.

**7.2** Para las sustancias químicas que tienen notación piel en la NOM-010-STPS-1999, se deberá realizar el monitoreo ambiental personal y el monitoreo biológico de la exposición para determinar la relativa contribución a la dosis total que previene de la vía dérmica. Si el monitoreo biológico de la exposición excede el IBE que se indica en la tabla 1 del Apéndice Normativo A de esta Norma, se considera que el POE está absorbiendo una gran cantidad de la sustancia química vía piel, se aplicará la normatividad correspondiente de vigilancia de la salud del trabajador, se deberán revisar las prácticas de trabajo e investigar otras fuentes de exposición y se actuará sobre las medidas de control que se especifican en la NOM-010-STPS-1999. Si el monitoreo biológico de exposición no excede los valores de referencia establecidos en la Tabla 1 del Apéndice Normativo A, de esta Norma, el monitoreo biológico de la exposición será anual.

**7.3** Cuando las concentraciones resultantes del monitoreo ambiental personal de la sustancia de interés sean menores al nivel de acción calculado para los límites máximos permisibles de exposición establecidos en la NOM-010-STPS-1999, no será obligatorio realizar el monitoreo biológico de la exposición.

**7.4** Cuando las concentraciones resultantes del monitoreo ambiental personal de la sustancia de interés se encuentren entre el nivel de acción y el límite máximo permisible de exposición, se debe realizar de inmediato el monitoreo biológico de exposición. En los casos en que se rebase el IBE se deberán investigar otras fuentes de exposición, características personales de susceptibilidad y se aplicará la normatividad correspondiente de vigilancia de la salud del POE.

**7.5** Cuando las concentraciones resultantes del monitoreo ambiental personal de la sustancia de interés se encuentren por arriba del límite máximo permisible de exposición se aplicará de inmediato la normatividad correspondiente de vigilancia de la salud del POE, enfocada a la detección de daño precoz a la salud.

## **8. Métodos de muestreo**

### **8.1 Monitoreo biológico de la exposición**

#### **8.1.1 Muestras biológicas**

**8.1.1.1** Dependiendo de la sustancia química, los medios biológicos que se pueden utilizar para el muestreo son: aire exhalado, orina y sangre. No se deben emplear procedimientos invasivos para el muestreo como son las biopsias de tejidos; tampoco se emplearán muestras de cabello y uñas pues son muy susceptibles a la contaminación externa, o las muestras de heces y saliva por los inconvenientes para obtenerlas y analizarlas.

**8.1.1.2** Las consideraciones metodológicas para el muestreo deben hacerse de acuerdo a la Tabla 2 del Apéndice Normativo "A" de esta Norma.

**8.1.1.3** El transporte y almacenamiento de las muestras biológicas debe hacerse de acuerdo a las consideraciones de la Tabla 3 del Apéndice Normativo "A" de esta Norma.

**8.1.1.4** El análisis de las muestras biológicas debe seguir las consideraciones metodológicas de la Tabla 4 del Apéndice Normativo "A" de esta Norma.

**8.1.1.5** Las sustancias químicas que requieren un manejo especial deben seguir las consideraciones metodológicas de la Tabla 5 del Apéndice Normativo "A" de esta Norma.

**8.1.1.6** Los factores que afectan la concentración de los determinantes y su medición en las muestras en aire exhalado, sangre y orina se resumen en la Tabla 6 del Apéndice Normativo "A" de esta Norma.

#### **8.2 Tipos de muestras.**

##### **8.2.1 Aire exhalado.**

**8.2.1.1** Las muestras pre-jornada deben recolectarse en un ambiente limpio, antes de la entrada al establecimiento.

**8.2.1.2** Las muestras deben recolectarse mientras el personal esté en reposo, evitando la hiperventilación previa al muestreo así como también la exhalación forzada.

**8.2.1.3** Para la obtención de una muestra representativa, se deben tomar muestras de exhalaciones múltiples.

**8.2.1.4** Los recipientes, el equipo de recolección, los aparatos y los equipos de muestreo deben estar diseñados para tal fin.

##### **8.2.2 Sangre.**

**8.2.2.1** La sangre debe ser sangre venosa periférica, plasma o suero según se especifique para cada determinante.

**8.2.2.2** Se debe seleccionar el anticoagulante de acuerdo al método analítico empleado.

**8.2.2.3** Se deben rechazar las muestras que presenten hemólisis.

**8.2.2.4** Se deben tomar las debidas precauciones como el aseo de la piel previo al muestreo, cuidando que el líquido de limpieza no contenga la sustancia química que se va a determinar y que el sitio de muestreo no esté contaminado.

**8.2.2.5** Se deben evitar los errores por sedimentación, de modo que las muestras se mezclen muy bien antes de realizar el análisis.

**8.2.2.6** Para el análisis del determinante se deben utilizar recipientes hechos de materiales que no contengan, reacciones o absorban el determinante para evitar su contaminación.

##### **8.2.3 Orina.**

**8.2.3.1** Cuando el resultado de la medición del determinante en la orina está relacionado con la excreción de sólidos se debe hacer un ajuste de las mediciones con respecto a la creatinina. El método de Jaffé será el método analítico utilizado para la determinación de creatinina, ya que dicho método toma en consideración las sustancias producidas fisiológicamente, que pueden interferir con la estimación real de la creatinina. Se cuenta actualmente con equipos automatizados con el "Método Jaffé cinético y cinético modificado" el cual ha sido probado y da resultados con la exactitud y precisión adecuada.

**8.2.3.2** Los límites de aceptabilidad en muestras de orina son los siguientes:

Concentración de creatinina: mayor que 0.3 g/l y menor que 3.0 g/l

Densidad Específica: mayor que 1.010 y menor que 1.030.

**8.2.3.3** Las muestra de orina muy diluidas o muy concentradas se deben rechazar.

**8.2.3.4** Las muestras que no cumplan con el punto anterior se deben rechazar y se debe recolectar otra nueva muestra.

**8.2.3.5** El personal ocupacionalmente expuesto del que se obtengan constantemente muestras de orina no aceptables; se debe referir para su evaluación médica.

**8.2.3.6** Las muestras de sangre y orina, así como sus residuos, son materiales biológico-infecciosos y se deben tratar de acuerdo a lo que especifica la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

### **8.3** Momento del muestreo

**8.3.1** La toma de muestras debe hacerse de acuerdo al momento del muestreo como se especifica en la Tabla 1 y la Tabla 7 del Apéndice Normativo A de esta Norma.

**8.3.2** El momento del muestreo está especificado en cada IBE y está determinado por la duración y retención del determinante en el organismo.

**8.3.3** Las sustancias que pueden acumularse en el organismo, no requieren un momento específico de muestreo.

### **8.4** Selección de métodos analíticos.

**8.4.1** Los métodos analíticos empleados deben ser los presentados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH); los resultados de las pruebas de laboratorio deben reportarse de acuerdo al numeral 10 de esta Norma.

**8.4.2** Cuando se requieran utilizar métodos analíticos y procedimientos de muestreo alternativos, éstos deben cumplir con todo el proceso de validación (exactitud, precisión, especificidad o selectividad, sensibilidad, límite de detección, rango, practicabilidad) del control de calidad y se procederá conforme a lo dispuesto en el artículo 49 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y los artículos 36, 37 y 38 del Reglamento de la misma Ley.

## **9. Aspectos éticos**

**9.1** El personal ocupacionalmente expuesto debe participar sobre la base del consentimiento previo informado para integrarse al programa de monitoreo biológico de la exposición.

**9.2** Los procedimientos de muestreo no deben poner en riesgo la salud del personal ocupacional.

**9.3** El riesgo de utilizar métodos invasivos debe estar justificado por los beneficios.

**9.4** Los resultados del monitoreo biológico de la exposición se deben dar a conocer al personal ocupacionalmente expuesto en forma confidencial, individual y por escrito por el médico de empresa certificado o con especialidad en Medicina del Trabajo.

**9.5** Los resultados deben mantenerse en forma confidencial y sólo pueden ser requeridos por la autoridad sanitaria.

## **10. Informe de resultados**

**10.1** El Informe analítico del monitoreo biológico de la exposición debe incluir como mínimo la siguiente información:

**10.1.1** El nombre y la dirección del laboratorio.

**10.1.2** La identificación del informe analítico.

**10.1.3** El nombre y dirección del establecimiento solicitante.

**10.1.4** El nombre del responsable del establecimiento.

**10.1.5** Clave y actividad industrial de acuerdo al Registro de Actividades Empresariales Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

**10.1.6** La identificación del método analítico de medición usado.

**10.1.7** La acreditación del laboratorio donde especifique las determinaciones o procedimientos que tiene autorizados así como su control de calidad.

**10.1.8** La descripción, estado e identificación inconfundible de la muestra analizada.

**10.1.9** La fecha de recepción de la muestra y fecha de ejecución del análisis.

**10.1.10** La referencia al plan de muestreo y a los procedimientos utilizados por el laboratorio cuando influyan en la validez o aplicación de los resultados.

**10.1.11** Fecha de muestreo.

**10.1.12** La identificación inconfundible del determinante.

**10.1.13** El lugar de muestreo, incluyendo diagramas, croquis o fotografías.

**10.1.14** Una referencia al plan de muestreo y a los procedimientos usados.

**10.1.15** Detallar las condiciones ambientales durante el muestreo que puedan influir en la interpretación de los resultados del análisis.

**10.1.16** Los resultados del análisis, deben incluir unidades de medida.

**10.1.17** Nombre(s) cargo(s) y firma(s) de la(s) persona(s) autorizada(s) y responsable(s) para el informe analítico.

**10.1.18** Para la interpretación de los resultados del análisis el informe debe incluir:

**10.1.19** Nombre del médico de empresa certificado o especialista en medicina del trabajo.

**10.1.20** La comparación de los resultados en base a los Índices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas de la Tabla 1 del Apéndice A de esta Norma.

**10.1.21** Desviaciones, adiciones o exclusiones respecto al método de medición.

**10.1.22** La información sobre las condiciones específicas del análisis, tales como las condiciones ambientales.

**10.1.23** Cuando sea aplicable, una declaración de la incertidumbre estimada de la medición.

**10.1.24** Cuando se incluyan opiniones e interpretaciones por parte del laboratorio, éste deberá documentar la base sobre la que se realizan las mismas.

**10.1.25** Cuando sea necesario elaborar un nuevo informe analítico, éste deberá tener una identificación única y deberá tener una referencia del original al que sustituye.

**10.1.26** El informe analítico deberá conservarse junto con la documentación que se haya generado en la evaluación del riesgo correspondiente.

**10.2** Identificación del POE:

**10.2.1** Identificador o clave del trabajador.

**10.2.2** Género (sexo).

**10.2.3** Edad.

**10.2.4** Puesto-Actividad y/o Categoría.

**10.2.5** Área de trabajo.

**10.2.6** Antigüedad laboral.

**10.2.7** Antigüedad en el puesto de trabajo.

**10.2.8** Personal ocupacionalmente expuesto al que se le realizó el monitoreo biológico de la exposición especificado por área, puesto de trabajo y número total.

**10.3** Tiempo de conservación de los datos: 5 años. En los casos de exposición a sustancias químicas cancerígenas confirmadas en el ser humano, correspondientes al Grupo 1 del Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer (International Agency for Research on Cancer (IARC), los datos y el Expediente Médico Laboral se deben conservar, por el responsable legal del establecimiento, por espacio de 30 años, dado el período de latencia de algunos cánceres profesionales. En el caso de las sustancias mutágenas, teratógenas, tóxicas para la reproducción, sensibilizantes, disruptores endócrinos o persistentes y bioacumulativas, los datos y el expediente médico laboral deben conservarse al menos durante 15 años.

**10.4** Se deberá cumplir -cuando corresponda- con lo establecido en la normatividad vigente relacionada con la vigilancia de la salud del personal ocupacionalmente expuesto a factores de riesgo.

### **11. Vigilancia**

La vigilancia del cumplimiento de esta Norma corresponde a la Secretaría de Salud y a los gobiernos de las entidades federativas en sus respectivos ámbitos de competencia.

### **12. Concordancia con normas internacionales**

Esta Norma no concuerda con ninguna Norma Internacional.

### **13. Bibliografía**

**13.1** American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. Ed. ACGIH, 2009:93-111.

**13.2** Baselt, R.C. Biological Monitoring. Methods for Industrial Chemicals 2<sup>nd</sup> edition. Littleton, M.A: Year Book Medical Publishers, 1998

**13.3** Biological Monitoring, An Introduction, editado por Shane Que Hee, Department of Environmental Health Sciences UCLA School of Public Health, Van Nostrand Reinhold, 1993.

**13.4** Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Preventing lead Poisoning in Young children, October 1991.

**13.5** Curtis D. Klaassen; Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poison. 5<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 1996.

**13.6** Curtis D. Klaassen; Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poison. 6<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 2001.

**13.7** Della Rosa Enrique et al. Indicadores biológicos de la exposición humana. Detección biológica de la exposición humana a agentes químicos. México: ECO-OPS-OMS: 23-29.

**13.8** Department of Minerals and Energy. Western Australia. Document No.ZMR7741Y. December 1997.

**13.9** Dir. del capítulo Lauwerys, R. Control biológico Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. 1998; pp: 27.1-27.28.

**13.10** Directiva 98/24/CE del Consejo, del 7/4/98. DOL 131 de 5/5/98, p 11.

**13.11** Elinder, G.C. et al. Biological monitoring of metals. World Health Organization. Génova. 1994. pp.15-40.

**13.12** Fernando Gil Hernández; Tratado de Medicina del Trabajo, Editorial Masson, Barcelona, 2005.

**13.13** García S., Montañés R, Bover J, Cases A, Deulofeu A, Martín de Francisco L y Orte L.M. 2006. Documento de consenso: Recomendaciones sobre la utilización de ecuaciones para la estimación del filtrado glomerular en adultos. NEFROLOGIA; 26(6):658-665.

**13.14** González F, F. Límites de exposición profesional para agentes químicos. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. INSHT. Madrid España. 1998. Pag. Web <http://www.insht.es>.

**13.15** Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales (ILDIS). Diagnóstico de salud de los trabajadores. 1a. Ed. ILDIS. La Paz Bolivia, 1994: pp.11-400.

**13.16** Ley General de Salud.

**13.17** Mercado Calderón F., Alvarado Toledo Esmeralda, Oropeza Hernández Luis F.; Procedimiento para Efectuar el Monitoreo Biológico de la Exposición Química Laboral (MBEQL) en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios, Subdirección de Servicios de Salud de Petróleos Mexicanos, Subgerencia de Salud en el Trabajo, Laboratorio de Toxicología Industrial, México, 2008.

**13.18** Mercado Calderón F., Oropeza Hernández Luis F., Alvarado Toledo Esmeralda; Guía Técnica Relativa al Monitoreo Biológico de la Exposición Laboral a Agentes Químicos en Petróleos Mexicanos, Subdirección de Servicios de Salud de Petróleos Mexicanos, Subgerencia de Salud en el Trabajo, Laboratorio de Toxicología Industrial, México, 2008.

**13.19** Mercado Calderón F.; Avances Recientes en el Monitoreo Biológico Ocupacional a Sustancias Químicas Potencialmente Tóxicas. Ponencia presentada en el 7o. Congreso Nacional de la Academia Nacional de Medicina, 8 de junio de 1994.

**13.20** Mercado Calderón F.; Bioética en la Práctica del Monitoreo Biológico de la Exposición Química Laboral, Rev. Latinoamericana de Salud en el Trabajo, Vol. 3, No. 1/Enero-Junio: pp. 25-29, México, 2004.

**13.21** Mercado Calderón F.; Consideraciones Generales y Prácticas sobre el Monitoreo Biológico de Disolventes Orgánicos en México, Rev. Condiciones de Trabajo, STPS, Vol. XXIII, No. 1, pp. 28-34, México. 1996.

**13.22** NIOSH; Manual de Métodos Analíticos, 4a. Edición.

**13.23** Organización Mundial de la Salud. Límites de exposición profesional de los metales que se recomiendan por razones de salud. Ginebra. Serie de Informes Técnicos, No. 647.1980.

**13.24** Organización Mundial de la Salud. Límites recomendados por razones de salud en la exposición profesional a determinados solventes orgánicos. Ginebra. Serie de Informes Técnicos, No. 664, 1982.

**13.25** Páginas web consultadas:

<http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/toxfaq.html>

<http://www.aniq.com>

<http://www.cdc.gov/niosh>

<http://www.ilo.org>.

<http://www.insp.mx>

<http://www.who.org>

**13.26** Perfil Nacional sobre Uso y Manejo de Sustancias Químicas en México. SSA, SEMARNAP, UNITAR. México, 1996.

**13.27** Pyveta F, Machado JH, Araujo U,C, Ramos M,M, Apostoli P. Biological Monitoring: concepts and applications in public health. Cad Saúde Pública Vol. 17 No. 3. Río de Janeiro May/Jun 2001.

**13.28** Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Control Sanitario de Actividades, Establecimientos, Productos y Servicios.

**13.29** Robert R. Lauwerys, Perrine Hoet; Industrial Chemical Exposure (Guidelines for Biological Monitoring), Lewis Publisher, 3th Edition, USA, 2001.

**13.30** Rodríguez MD, Castillo P, Aguilar GC. Glosario de términos en Salud Ambiental. 2a. edición. Metepec, Edo. de México: ECO-OPS-OMS, 1990.

**13.31** Rodríguez N, Torres D., Carvajal M. 2001. Confiabilidad del método Jaffé modificado por Laboratorios Heiga para la determinación automatizada de la Creatinina. Revista de la Facultad de Farmacia; 42:55-62.

**13.32** Rosenberg J. And Harrison R. Biological Monitoring. Occupational & environmental medicine. 2<sup>nd</sup> edition. Stanford, Connecticut: Editorial Appleton & Lange, 1997:637-646.

**13.33** Shane S. Biological Monitoring. The occupational environment-Its evaluation and control: Virginia: American industrial hygiene Association Press, 1998:263-282.

**13.34** Thomas Vera Fiserova-Bergerova, Masana Ogata; Biological Monitoring of Exposure to Industrial Chemicals (Proceedings of the United States-Japan Cooperative Seminar on Biological Monitoring. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, Ohio, USA, 1990.

**13.35** Weber J.A. and Zanten Van A.P. 1991. Interferences in current methods for measurements of creatinine. CLIN CHEM.; 37(5):695-700.

#### **14. Vigencia**

Esta Norma entrará en vigor a los 180 días naturales posteriores al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 29 de febrero de 2012.- El Comisionado Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, **Mikel Andoni Arriola Peñalosa**.- Rúbrica.

## Apéndice Normativo "A"

**Tabla 1 Índices Biológicos de Exposición para el personal ocupacionalmente expuesto a sustancias químicas.**

Sustancia química [Número CAS] Determinante y/o Parámetros Biológicos	Momento del Muestreo	IBE	Observaciones
ACETONA [67-64-1] Acetona en orina	Al final del turno de trabajo	50 mg/l	Ne
ACETILCOLINESTERASA INHIBIDA POR PLAGUICIDAS  Actividad de colinesterasa en eritrocitos	Se deben conocer los niveles basales de los trabajadores antes de la exposición  Discrecional	70% de línea basal individual	Ne
ANILINA [62-53-3]  Anilina en orina * Anilina suelta en hemoglobina en sangre p-aminofenol* en orina	Muestra control al inicio del turno de trabajo  Muestra de Exposición al final del turno de trabajo  Muestra de Exposición al final del turno de trabajo  Muestra de Exposición al final del turno de trabajo	50 mg/L  1.5% de hemoglobina	Nq  B, Ns, Sc
ARSENICO ELEMENTAL [7440-38-2] y COMPUESTOS INORGANICOS SOLUBLES Arsénico inorgánico más metabolitos metilados en orina	Al final de una semana de trabajo	35 µg As/l	B
BENCENO [71-43-2] Acido S-fenilmercaptúrico en orina  Acido t,t-mucónico en orina	Al final del turno de trabajo  Al final del turno de trabajo	25 µg/g creatinina  500 µg/g creatinina	B  B
1, 3 BUTADIENO [106-99-0] 1, 2 Dihroxi-4-(N-acetilcisteinil)- butano en orina mezcla de N-1 y N-2(hidroxibutenil) valina hemoglobina (Hb) aductos en sangre	Muestra de exposición al final del turno de trabajo  No crítico	2.5 mg/L  2.5 pmol/g Hb	B, Sc  Sc
2- BUTOXIETANOL [111-76-2] Acido butoxiacetico (BAA) en orina*	Muestra de exposición al final del turno de trabajo	200mg/g creatinina	-
CADMIO y COMPUESTOS INORGANICOS Cadmio en orina Cadmio en sangre	No crítico No crítico	5 µg/g creatinina 5 µg/l	B B
CICLOHEXANOL [108-93-0] 1,2-Ciclohexanediol* en orina  Ciclohexanol* en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo  Al final del turno de trabajo	-  -	Nc, Ne  Nc, Ne

CICLOHEXANONA [108-94-1] 1,2-Ciclohexanediol* en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	80 mg/L	Ne, Sc
Ciclohexanol* en orina	Al final del turno de trabajo	8 mg/L	Ne, Sc
CLOROBENCENO [108-90-7] 4-Clorocatecol en orina*	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	100 mg/g creatinina	Ne
p-Clorofenol en orina*	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	20 mg/g creatinina	Ne
COBALTO [7440-48-4] Cobalto en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	15 µg/l	B
Cobalto en sangre	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	1 µg/l	B, Sc
CROMO (VI), Humo soluble en agua Cromo total en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	25 µg/l	-
Cromo total en orina	Incrementa durante el turno de trabajo	10 µg/l	-
DICLOMETANO [75-09-2] Diclorometano en orina	Al final del turno de trabajo	0.3 mg/L	Sc
N,N- DIMETILACETAMIDA [127-19-5] N-Metilacetamida en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	30 mg/g creatinina	-
N,N-DIMETILFORMAMIDA (DMF) [68-12-2] N-Metilformamida en orina	Al final del turno de trabajo	15 mg/l	
N-Acetil-S-(N-metilcarbamoil) cisteína en orina	Previo al último turno de la semana de trabajo	40 mg/l	Sc
DISULFURO DE CARBONO [75-15-0] Acido 2-tio tiazolidina-4-carboxílico (TTCA) en orina	Al final del turno de trabajo	0.5 mg/g creatinina	B, Ne
ESTIRENO [100-42-5] Acido mandélico más Acido fenilgloxílico en orina	Al final del turno de trabajo	400 mg/g creatinina	Ne
Estireno en sangre venosa	Al final del turno de trabajo	0.2 mg/l	Sc
2-ETOXIETANOL (EGEE) [110-80-5] y ACETATO DE 2-ETOXIETILO (EGEEA) [111-15-9] Acido 2-Etoxiacético en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	100 mg/g creatinina	-
ETILBENCENO [100-41-4] Suma de ácido mandélico y ácido fenilgloxílico en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	0.7 g/g creatinina	Ne, Sc
Etilbenceno en aire exhalado	No crítico	-	Sc

FENOL [108-95-2] Fenol en orina*	Al final del turno de trabajo	250 mg/g creatinina	B, Ne
FLUORUROS Fluoruros en orina	Antes del turno de trabajo Al final del turno de trabajo	3 mg/g creatinina 10 mg/g creatinina	B, Ne B, Ne
FURFURAL [98-01-1] Acido furoico en orina*	Al final del turno de trabajo	200 mg/l	Ne
n-HEXANO [110-54-3] 2,5-Hexanodiona** en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	0.4 mg/l	-
HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLICOS (PAHs) 1-Hidroxipireno*(1-HP) en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	-	-
MERCURIO Mercurio inorgánico total en orina Mercurio inorgánico total en sangre	Antes del turno de trabajo Al final del turno al terminar la semana de trabajo	35 µg/g creatinina 15 µg/l	B B
METAHEMOGLOBINA Inductores de Metahemoglobina en sangre	Durante la jornada o al terminar el turno de trabajo	1.5% de hemoglobina	B, Ne, Sc
METANOL [67-56-1] Metanol en orina	Al final del turno de trabajo	15 mg/l	B, Ne
2-METOXIETANOL (EGME) [109-86-4] y 2-METOXIETIL ACETATO (EGMEA) [110-49-6] Acido 2-metoxiacético en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	-	Nc
METIL CLOROFORMO [71-55-6] Metil cloroformo en aire exhalado Acido tricloroacético en orina Tricloroetanol total en orina Tricloroetanol total en sangre	Antes de la última jornada de una semana de trabajo Al final de una semana de trabajo Al final del turno al terminar la semana de trabajo Al final del turno al terminar la semana de trabajo	40 ppm 10 mg/l 30 mg/l 1 mg/l	- Ne, Sc Ne, Sc Ne
4,4-METILEN BIS (2-CLOROANILINA) [MBOCA] [101-14-4] MBOCA total en orina	Al final del turno de trabajo	-	Nc

METIL ETIL CETONA (MEK) [78-93-3] MEK en orina	Al final del turno de trabajo	2 mg/l	-
METIL ISOBUTIL CETONA (MIBK) [108-10-1] MIBK en orina	Al final del turno de trabajo	2 mg/l	-
METIL n-BUTIL CETONA [591-78-6] 2,5-Hexanediona* en orina	Término de la jornada y término de la semana.	0.4mg/L	-
MONOXIDO DE CARBONO (630-08-0) Carboxihemoglobina en sangre Monóxido de carbono en aire exhalado	Al final del turno de trabajo Al final del turno de trabajo	3.5% de hemoglobina 20 ppm	B Ne B, Ne
NITROBENCENO [98-95-3] p-Nitrofenol total en orina Metahemoglobina en sangre	Al final del turno al terminar la semana de trabajo Al final del turno de trabajo	5 mg/g creatinina 1.5 % de hemoglobina	Ne B, Ne, Sc
N-METIL-2-PIRROLIDONA [872-50-4] 5-hidroxi-n-metil-2-pirrolidona en orina	Al terminar el turno de trabajo	100mg/L	-
PARATION [56-38-2] p-Nitrofenol total en orina Actividad de la colinesterasa en eritrocitos	Se deben conocer los niveles basales de los trabajadores antes de la exposición Al final del turno de trabajo Discrecional	0.5 mg/g creatinina 70% de actividad basal individual	Ne B, Ne, Sc
PENTACLOROFENOL (PCF) [87-86-5] PCP total en orina PCP libre en plasma	Antes del último turno al terminar la semana de trabajo Al final del turno de trabajo	2 mg/g creatinina 5 mg/l	B B
PENTOXIDO DE VANADIO [1314-62-1] Vanadio en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	50 µg/g creatinina	Sc
PLOMO (Ver nota abajo) Plomo en sangre	No crítico	30 µg/100 ml 10 µg/dl***	-
PROPANOLOL [67-63-0] Acetona en orina	Al final del turno al terminar la semana de trabajo	40mg/L	A, Ne
TETRACLOROETILENO [127-18-4] Tetracloroetileno en el aire exhalado final Tetracloroetileno en sangre	Previo al turno de trabajo Previo al turno de trabajo	3 ppm 0.5 mg/l	- -

TETRAHIDROFURANO [109-99-9] Tetrahidrofurano en orina	Al final del turno de trabajo	2 mg/l	-
TOLUENO [108-88-3] o-Cresol en orina  (Acido hipúrico en orina)  Tolueno en sangre	Al final del turno de trabajo  (Al final del turno de trabajo )  Previo al último turno de la semana de trabajo	0.5 mg/l  (1.6 g/g creatinina)  0.05 mg/l	B  B, Ne  -
TRICLOROETILENO [79-01-6] Acido tricloroacético en orina  Tricloroetano** en sangre  Tricloroetileno en sangre  Tricloroetileno en aire exhalado final	Al final del turno al terminar la semana de trabajo  Al final del turno al terminar la semana de trabajo  Al final del turno al terminar la semana de trabajo  Al final del turno al terminar la semana de trabajo	15 mg/l  0.5 mg/l  -  -	Ne  Ne  Sc  Sc
XILENOS [95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7] (Grado técnico o comercial) Acidos metilhipúricos en orina	Al final del turno de trabajo	1.5 g/g creatinina	-

**Nota:** Las mujeres en periodo fértil, donde el plomo en sangre exceda a 10 µg/dl están en riesgo de tener niños con plomo en sangre por arriba del valor guía recomendado por el Centro de Control de Enfermedades de los EEUU (CDC). Si el plomo en sangre de estos niños permanece elevado, esto puede incrementar el riesgo de tener deficiencias cognitivas. El plomo en sangre de estos niños debe ser monitoreado muy de cerca para tomar medidas apropiadas para minimizar la exposición de estos niños al plomo del medio ambiente (CDC: Prevención de Intoxicación por Plomo en Niños Pequeños, Octubre 1991; ver los documentos de IBE y VLU para plomo).

\*\*\* Este se aplica para las mujeres trabajadoras, independientemente de si están en estado de gravidez.

#### OBSERVACIONES:

\* Con hidrólisis

\*\* Sin hidrólisis

“B” = Nivel basal

El determinante puede estar presente en la muestra biológica obtenida de sujetos quienes no han estado expuestos ocupacionalmente, a una concentración a la cual podría afectar la interpretación de los resultados. Estos niveles de fondo están incluidos en el valor del IBE.

“Nc”= no cuantitativo.

El monitoreo biológico de la exposición para los compuestos que llevan esta notación se basa en la revisión bibliográfica; sin embargo, no puede establecerse un IBE específico debido a datos insuficientes.

“Ne”= no específico.

El determinante es no específico, puesto que puede encontrarse después de la exposición a otras sustancias químicas.

“Sc”= semi-cuantitativo.

El determinante biológico es un indicador de la exposición a sustancias químicas, pero la interpretación cuantitativa de la medida es ambigua. Estos determinantes biológicos deben utilizarse como una prueba de selección si no es posible practicar una prueba cuantitativa o como prueba confirmatoria si la prueba cuantitativa es inespecífica y el origen del determinante es dudoso.

**Tabla 2 Consideraciones metodológicas en el muestreo**

<b>Muestreo</b>	<b>Aire exhalado</b>	<b>Sangre</b>	<b>Orina</b>
Determinantes apropiados	Volátiles, estables, hidrofóbicos	Cualquiera	Cualquiera (los más convenientes para determinantes polares)
Características de la muestra	Aire exhalado final, o mezclas de aire exhalado; modo de respiración (nariz-boca)	Sangre total, plasma, suero, células, sangre coagulada.	Muestras puntuales, muestras programadas
Técnica	No invasiva	Invasiva	No invasiva
Periodo de recolección	Instantánea (una sola respiración) o de corta duración (muestra de múltiple barrido).	Instantánea	Corta duración (2-4 hr)
Personal de salud con calificación especial	Bien informado sobre la técnica	Enfermera, Médico	Informado
Protección contra infecciones	Boquillas estériles	Jeringas y agujas estériles	Contenedor limpio
Contenedores apropiados	Hermético		
Material	Hecho de material que no reaccione o absorba el determinante	Hecho de material que no reaccione o absorba el determinante	Hecho de material que no reaccione o absorba el determinante
Volumen	20-50 ml de aire exhalado final; más de 1 litro para mezclas de aire exhalado	Depende del método	50 ml o más
Precauciones	Tiempo apropiado Función pulmonar normal; respiración normal (evitar hiperventilación; usar aparatos de baja resistencia); aparatos de muestreo hechos de materiales no absorbentes; condensación.	Tiempo apropiado Sangre venosa (uso limitado de sangre capilar); anticoagulante apropiado, jeringas secas	Tiempo apropiado Función renal normal
Fuentes de contaminación	Aire ambiental	Exposición de la piel, limpieza de fluidos, jeringas, agujas, anticoagulantes	Exposición de la piel (manos, pelo, ropa) (muestrear después del baño y ropa limpia)
Riesgos	Infección respiratoria	Hepatitis, SIDA	

**Tabla 3 Consideraciones metodológicas en el transporte y almacenamiento**

<b>Transporte y almacenamiento</b>	<b>Aire exhalado</b>	<b>Sangre</b>	<b>Orina</b>
Fuente de contaminación	Aire ambiental o contenedor	Contenedor	Contenedor
Fuente de deterioración	Cambios de temperatura (escape, condensación en la superficie del contenedor)	Hemólisis, descomposición bacteriana	Descomposición bacteriana
Inconvenientes en el transporte	Evitar cambios de temperatura	Se requieren bajas temperaturas	Gran volumen y peso
Temperatura de almacenamiento	Temperatura ambiente	Refrigeración o congelación (antes de la separación del suero y plasma)	Refrigeración o congelación

**Tabla 4 Consideraciones metodológicas en el análisis**

<b>Análisis</b>	<b>Aire exhalado</b>	<b>Sangre</b>	<b>Orina</b>
Limpieza en el procedimiento	Ninguna	Complejo	Alguna
Posibles interferencias	Condensación	Enlace a proteínas, conjugación y quelación (resultados dependientes del método analítico). Distribución de los constituyentes en la sangre; hemólisis	Enlace a proteínas, conjugación y quelación (resultados dependientes del método analítico) pH (para electrolitos débiles).
Método	Sensible y específico en sitio, análisis deseable	Sensitivo y específico	Sensitivo y específico

**Tabla 5 Consideraciones metodológicas especiales**

<b>Determinantes que requieren consideraciones especiales</b>	<b>Aire exhalado</b>	<b>Sangre</b>	<b>Orina</b>
Químico original	Contaminación durante el procedimiento de muestreo	Contaminación durante el procedimiento de muestreo	Contaminación durante el procedimiento de muestreo
Con absorción dérmica	Ninguno	Contaminación durante el procedimiento de muestreo	Contaminación durante el procedimiento de muestreo
Volátiles	Contenedores herméticos a prueba de fuga, evitar la condensación	Contenedores herméticos y controlar el espacio de cabeza.	Contenedores herméticos y controlar el espacio de cabeza.

Solventes	Evitar el contacto con caucho y algunos plásticos (boquillas, contenedores, llave de paso)	Evitar el contacto con caucho y algunos plásticos (contenedores, tapones)	Evitar el contacto con caucho y algunos plásticos (contenedores, tapones)
Metales	NA	Agujas libres de contaminación	Evitar contaminación
Enzimas	NA	Baja temperatura	NA
Fotosensibles	Contenedores oscuros		Contenedores oscuros

**Tabla 6 Variables que afectan las concentraciones de los determinantes en las muestras biológicas**

Muestreo	Aire exhalado	Sangre	Orina
Duración de la exposición <sup>A</sup>	Incremento de los niveles con la duración de la exposición.	Incremento de los niveles con la duración de la exposición.	Incremento de los niveles con la duración de la exposición.
Exposiciones repetidas	Los niveles se incrementan si el tiempo medio de la eliminación es mayor a 5 horas.	Los niveles se incrementan si el tiempo medio de la eliminación es mayor a 5 horas.	Los niveles se incrementan si el tiempo medio de la eliminación es mayor a 5 horas.
Momento de muestreo <sup>A</sup>	Los niveles se incrementan (o disminuyen) con la longitud del intervalo entre el inicio (o final) de la exposición y el muestreo.	Los niveles se incrementan (o disminuyen) con la longitud del intervalo entre el inicio (o final) de la exposición y el muestreo.	Los niveles se incrementan (o disminuyen) con la longitud del intervalo entre el inicio (o final) de la exposición y el muestreo.
Periodo de muestreo <sup>B</sup>	Momentáneamente, o en el nivel medio del periodo de muestreo; la duración puede afectar las mediciones.	Niveles momentáneos	Nivel medio del periodo de muestreo; la duración puede afectar las mediciones.
<b>Parámetros fisiológicos</b>			
Pulmonar y Cardiovascular <sup>A</sup> Metabolismo del químico <sup>A</sup>	Afectan el muestreo <sup>C</sup> La actividad física durante la exposición incrementa la velocidad de absorción. La actividad física post-exposición acelera la eliminación y disminuye la concentración	La actividad física durante la exposición incrementa la velocidad de absorción e incrementa el nivel de químico original; pequeños incrementos de metabolitos. La actividad física Post-exposición acelera la eliminación y disminuye los niveles de los	La actividad física durante la exposición incrementa la velocidad de absorción e incrementa el nivel de químico original; pequeños incrementos de metabolitos. La actividad física Post-exposición acelera la eliminación y disminuye los niveles de los químicos originales;

Muestreo	Aire exhalado	Sangre	Orina
	Disminuye la concentración del químico original	químicos originales; pequeños efectos sobre los metabolitos. Disminuye la concentración del químico original; incrementa la concentración del metabolito	pequeños efectos sobre los metabolitos. Disminuye la concentración de químico original; incrementa la concentración del metabolito
Enlace a proteínas del plasma	Disminuye las concentraciones	Las concentraciones del determinante libre disminuyen. Los niveles de determinante total aumentan	Disminuyen las concentraciones
<b>Nutrición</b>			
Grasa corporal	Incrementa la concentración de sustancias lipofílicas en muestras recolectadas en el día siguiente <sup>A</sup>	Los efectos dependen del determinante	Pequeños efectos
Ayuno	Afecta los niveles de los determinantes liposolubles	Afecta los niveles de los determinantes liposolubles	Afecta los niveles de los determinantes liposolubles
Dieta	Los niveles raramente son afectados.	Puede ser fuente del determinante (incrementa el nivel de respaldo); puede cambiar el pH y debilitar los niveles de electrolitos, puede afectar los sitios de enlace del determinante	Puede ser fuente del determinante (incrementa el nivel de respaldo); puede cambiar el pH y debilitar los niveles de electrolitos, puede afectar los sitios de enlace del determinante
Ingesta de agua	Efecto insignificante	Efecto insignificante	Usualmente afecta la concentración (se recomienda el ajuste para sólidos) <sup>A</sup> ; en extremo, puede afectar su excreción.
<b>Efecto de las enfermedades</b>			
Enfermedad pulmonar	Significativa	Significativa	Indirecta
Enfermedad renal	Comúnmente ninguna	Significativa	Significativa
Enfermedad del hígado	Significativa para todos los químicos experimentan metabolismo.	Significativa para todos los químicos experimentan metabolismo.	Significativa para todos los químicos experimentan metabolismo.

<b>Muestreo</b>	<b>Aire exhalado</b>	<b>Sangre</b>	<b>Orina</b>
Medicación	Puede afectar la eliminación por la alteración del metabolismo o enlace a proteínas del determinante o ser una fuente de determinante	Puede afectar la eliminación por la alteración del metabolismo o enlace a proteínas del determinante o ser una fuente de determinante	Puede afectar la eliminación por la alteración del metabolismo o enlace a proteínas del determinante o ser una fuente de determinante
<b>Ambiente</b>			
Exposición en el hogar y en el lugar de trabajo (co-exposición)	La exposición no ocupacional del químico incrementa el nivel de los determinantes; exposiciones a otros químicos pueden alterar los niveles de determinantes por la alteración de la actividad del metabolismo enzimático o la disponibilidad de los sitios de enlace.	La exposición no ocupacional del químico incrementa el nivel de los determinantes; exposiciones a otros químicos pueden alterar los niveles de determinantes por la alteración de la actividad del metabolismo enzimático o la disponibilidad de los sitios de enlace.	La exposición no ocupacional del químico incrementa el nivel de los determinantes; exposiciones a otros químicos pueden alterar los niveles de determinantes por la alteración de la actividad del metabolismo enzimático o la disponibilidad de los sitios de enlace.
Temperatura y altitud	Alguna	Alguna	Alguna

<sup>A</sup> Indica variables con efectos considerables.

<sup>B</sup> Las mediciones reflejan el promedio del nivel del tiempo-peso del determinante durante el periodo de muestreo. El periodo de muestreo es crítico para estos determinantes donde los niveles biológicos rápidamente responden a los cambios en la concentración de los químicos en el aire ambiente.

<sup>C</sup> Funciones pulmonares y la composición del espacio muerto de aire exhalado, incluyendo la concentración del determinante.

**Tabla 7 Momento del muestreo**

<b>Momento del Muestreo</b>	<b>Colección de la Muestra</b>
1. Antes del turno o jornada de trabajo	Al inicio del turno de trabajo
2. Durante el turno o jornada de trabajo	En cualquier tiempo 2 horas después del inicio del turno de trabajo
3. Al final del turno o jornada de trabajo	Tan pronto como sea posible después que cese el turno de trabajo
4. Al final de la semana de trabajo	Al final del turno de trabajo del último día laboral de la semana
5. Discrecional	En cualquier momento