

NORMA DE SALUD Y SEGURIDAD PARA LA EXPOSICION LABORAL AL PLOMO.

1.INTRODUCCION

El Plomo es altamente tóxico por inhalación o ingestión de polvos de óxido de plomo, de vapores y humos metálicos. Sus efectos nocivos a la salud ocupacional han sido reconocidos desde la antigüedad y en la actualidad ésta problemática se mantiene, pues el uso del plomo en sus diversas formas se ha extendido por sus diferentes fuentes de exposición, siendo las principales: la fabricación de baterías (plomo-ácido), pinturas antioxidantes, pigmentos cerámicos, aleaciones plomo-estaño para soldaduras con aplicaciones eléctricas, antidetonante de gasolinas (tetraetilo de plomo), fabricación de pesas de plomo, municiones, en operaciones de templado metálico mediante inmersiones en plomo fundido, en la industria gráfica por los tipos de plomo,etc.

Para dar cumplimiento a lo estipulado en la CI 100, Resolución de la Comisión Interventora en lo que se refiere a las funciones del Departamento de Riesgos del Trabajo que incluyen: “El cumplimiento de programas de auditoría de Riesgos del Trabajo a las empresas de la región y la proposición de ajustes a la normas y procedimientos de salud y seguridad...”, se ha desarrollado la norma de salud y seguridad sobre exposición a plomo para la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al riesgo plomo en sus centros laborales.

Es una norma que permite unificar procedimientos, métodos y valores de referencia para desarrollar un sistema de control de la gestión preventiva empresarial.

2. ALCANCE

Esta norma tiene un alcance nacional, y debe ser cumplida por las empresas del sector público y privado que utilizan plomo y/o sus compuestos.

3.OBJETIVOS

- Fomentar el uso seguro del plomo y de los productos que lo contienen para mantener la salud laboral.
- Establecer procedimientos para identificar, evaluar y controlar problemas de salud y seguridad por exposición a plomo.
- Establecer estándares que sean indicadores de la exposición laboral y del grado de afección a la salud.

4. DEFINICIONES

- Saturnismo o Plumbismo: enfermedad ocupacional debida al plomo.
- TLVs: (Threshold Limit Values), valores umbrales límites o valores límites permisibles en ambientes laborales. Representan concentraciones ambientales de sustancias bajo las cuales casi todos los trabajadores pueden estar expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos a su salud.
- TLV- TWA: (Time – Weighted Averages), concentración promedio ponderada en el tiempo para 8 horas diarias de trabajo o 40 semanales, a la cual casi todos los trabajadores pueden estar expuestos día tras día sin sufrir efectos adversos a su salud.
- BEI: (Índices biológicos de exposición) Son valores de referencia para los indicadores biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos. Estos son aplicables para exposiciones laborales de 8 horas diarias durante 5 días de la semana.
- ACGIH: (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).Es una asociación de expertos higienistas de los Estados Unidos quienes proponen los límites permisibles ambientales (TLV) e índices biológicos (BEI) y hacen revisiones periódicas de los mismos. En nuestro país al igual que en muchos otros se han adoptado sus valores.
- NIOSH: (National Institute for Occupational Safety and Health) Es un Instituto de Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados Unidos que desarrolla los métodos analíticos para los contaminantes ambientales y biológicos .

5.PROCEDIMIENTOS PREVENTIVOS DE VIGILANCIA Y CONTROL

5.1 VIGILANCIA Y CONTROL AMBIENTAL

5.1.1. La **Identificación** del Riesgo.- La identificación o reconocimiento de los riesgos de exposición al plomo debe realizarse mediante un estudio del contenido de plomo en las materias primas (hojas de seguridad), así como de las instalaciones y del flujo productivo para ubicar de ser el caso los puntos para el muestreo y evaluación ambiental.

5.1.1.1 Las etiquetas de los productos que contengan plomo (materias primas, productos terminados) deberán indicar sobre su contenido advirtiendo el riesgo.

5.1.1.2 Las empresas que utilizan plomo o sus compuestos deberán informar a Riesgos del Trabajo el tipo de compuesto, cantidad mensual utilizada, proceso y número de trabajadores expuestos.

5.1.3. La Evaluación Ambiental, comprende la toma de muestras, el análisis de las mismas y la comparación de los resultados con los límites permisibles o TLVs dados por la ACGIH y que han sido asumidos para nuestro país.

5.1.3.1. Toma de Muestras Ambientales.-

Los muestreos serán representativos de la exposición laboral, prefiriéndose para el plomo los muestreos de tipo personal a nivel de la zona respiratoria (30 cm alrededor de la cara) utilizando cassetes de 2 cuerpos con filtros de ésteres de celulosa de 0.8 micras de tamaño de poro y 37 mm de diámetro; las bombas de muestreo personales estarán calibradas exactamente para flujos entre 1.5 y 2.0 litros de aire por minuto (lpm) colectándose volúmenes que pueden estar alrededor de 80 – 120 litros pudiendo calcularse el volumen óptimo a muestrearse según la siguiente fórmula:

$$V_{\text{óptimo}} = \frac{a \cdot b}{c \cdot C_e}$$

Donde:

a: sensibilidad del método analítico (cantidad mínima detectable de la sustancia – plomo en la porción de ensayo)

b: Volúmen o masa total de la muestra

c: Volúmen o masa total de la porción de ensayo

Ce: Concentración esperada (aproximada) de la sustancia nociva en el aire.

El volumen de aire se colectará variando el flujo de la bomba F y/o el tiempo de muestreo, puesto que:

$$V(I) = F \text{ (l/min) } \cdot t \text{ (min)}$$

Es fundamental la calibración de la bomba de muestreo para garantizar la exactitud del flujo y por tanto el volumen de la muestra.

El tipo de muestreo recomendado es el de “ muestras continuas de tiempo total ” es decir, dos o más muestras consecutivas tomadas durante la jornada total de trabajo, la cual permitirá evaluar la exposición real del trabajador por la vía respiratoria.

Para controles posteriores pueden obtenerse:

- “Muestras continuas de tiempo parcial”, tomadas por dos o más muestras consecutivas durante una parte de la jornada laboral.
- “Muestras discontinuas de tiempo parcial” que comprenden dos o más muestras tomadas de forma discontinua durante el tiempo de trabajo.
- “Muestras Puntuales” formadas por muestras tomadas de forma espaciada a lo largo del turno laboral.

Los muestreos deben comprender al menos el 75% de la jornada y deben hacerse cuando se supere el Nivel de Acción (50% del límite permisible)

La periodicidad de los muestreos y sus respectivos análisis deben ser los siguientes:

- Al menos una vez al mes cuando las concentraciones sean mayores al límite permisible (0.050 mg/m³).
- Una vez cada dos meses cuando las concentraciones estén entre el Nivel de Acción y el Límite Permisible.
- Si al menos en dos ocasiones consecutivas los resultados muestran concentraciones por debajo del Nivel de Acción puede suspenderse indefinidamente el muestreo, a menos que ocurran cambios significativos que hagan suponer un aumento sustancial de la contaminación que rebase dicho Nivel de Acción.

5.1.3.2 Análisis de las Muestras

Para garantizar la validez de los resultados el valor ambiental se determinará preferentemente por alguno de los métodos analíticos propuestos por NIOSH, como el método de la Ditizona, por Absorción Atómica u otros; el método empleado deberá ser acreditado por el Laboratorio de Riesgos del Trabajo

5.1.3.3. Evaluación de los Resultados analíticos

La evaluación de los resultados se realiza de algunas maneras:

- Por comparación directa con el Límite Permisible o TLV-TWA de 0.050 mg/m³; si se supera este límite, el ambiente laboral es peligroso y más lo será mientras más alto sea el resultado.

El Nivel de Acción (o nivel que ya requiere de acciones preventivas) es el 50% del TLV es decir 0.025 mg/m³

- Mediante el criterio de la Dosis, según el cual una dosis mayor a 1 representa una situación de peligro, que se incrementa con dosis más altas. La dosis deberá ser menor o igual a 1 para que no implique riesgo.

Puesto que los trabajadores pueden tener exposiciones a concentraciones diferentes (Ci), durante tiempos diferentes (ti), la dosis (D) se calcula mediante la fórmula:

D=

Donde:

C1= Concentración de plomo en el tiempo t1, y así sucesivamente.

TLV= Valor del Límite Permisible igual a 0.050 mg/m³

8 = Tiempo de la jornada laboral para el cual es válido el límite permisible.

c) Mediante la Valoración del Límite Promedio Permisible

Valoración del Límite Permisible

Para el tipo de muestreo recomendado de “ Muestras Continuas de Tiempo Total”, la observancia del límite permisible TLV puede establecerse con un intervalo de confianza del 95%, siendo sus límites inferior y superior los siguientes:

Siendo:

X= Concentración promedio ponderada

Ti= Tiempo de duración de la muestra

CVi= 0.05 (coeficiente de variación para sistemas de muestreos con bombas personales)

La decisión estadística de inadmisibilidad o no de la exposición ocupacional se obtiene de la forma siguiente:

- Si $x/TLV > 1$ y $L I95 > 1$: indica inadmisibilidad de la exposición
- Si $x/TLV < 1$ y $L S95 < 1$: indica admisibilidad de la exposición
- Si $x/TLV > 1$ y $L I95 < 1$: aunque no haga decisión estadística, es posible que haya sobreexposición.
- Si $x/TLV < 1$ y $L S95 > 1$: es poco probable que haya sobreexposición, pero no hay decisión estadística.

5.1.4 El control del Ambiente Laboral

Cuando los valores superen el límite permisible ó la dosis de 1 se requiere realizar el control del riesgo para bajar las concentraciones a niveles permitidos o mejor aún para eliminar totalmente el riesgo. Se tienen varias alternativas de control, de las cuales se escogerán las más adecuadas y eficientes en el siguiente orden:

a) Control en la Fuente, mediante:

- Sustitución del plomo
- Extracción localizada (con velocidad de captura que garantice la extracción del contaminante)
- Modificación del proceso
- Separación del proceso
- Encerramiento del proceso

b) Control en el Medio de Transmisión

- Mantener excelentes condiciones de Limpieza de los puestos de trabajo, máquinas, pisos, etc
- Mantener Orden en la planta para facilitar la limpieza.
- Ventilación General o por Dilución para mantener renovaciones con aire limpio y disminuir las concentraciones.

c) En el Trabajador, mediante:

- Exámenes médicos preocupacionales
- Formación (información sobre los riesgos por el plomo, capacitación, motivación a prácticas de trabajo seguras)
- Vigilancia y controles biológicos (toxicológicos ,clínicos) médicos y psicológicos, que se detallan en esta misma norma.
- Protección Personal respiratoria adecuada para partículas, de alta eficiencia de retención, 100% (referirse a la norma INEN sobre protección respiratoria, actualmente en elaboración).

5.2 VIGILANCIA Y CONTROL BIOLOGICO

El control biológico tiene una serie de ventajas :

- a. Integra todas las vías de entrada de los contaminantes, en este caso del plomo: respiratoria, digestiva y dérmica. El plomo inorgánico casi no se absorbe por la piel, a menos que esté lesionada; en cambio el plomo orgánico (tetraetil de plomo) se absorbe fácilmente por la piel.
- b. Refleja la influencia de los hábitos higiénicos personales como la limpieza de manos o comer y fumar en el puesto de trabajo.
- c. Pone de manifiesto aspectos concretos de la exposición, como exposiciones ocupacionales adicionales, variaciones

- individuales en la velocidad de absorción del plomo, el efecto de la carga de trabajo del individuo expuesto, el tamaño o solubilidad de las partículas de plomo.
- d. Puede poner de manifiesto la existencia de otras exposiciones distintas de la laboral, debidas al lugar de residencia, deportes, hábitos alimenticios, etc que constituyen una exposición de fondo o general.

2.1 INDICES TOXICOLOGICOS

Se procede con el monitoreo biológico cuando en el ambiente de trabajo se ha superado el nivel de acción o cuando se tenga un expectativa razonable de efectos a la salud.

El monitoreo biológico es la valoración cuali y cuantitativa de la exposición a través de la determinación del agente tóxico y/o sus metabolitos en muestras biológicas del organismo expuesto (sangre, orina, aire expirado, etc) o la aparición de alteraciones biológicas precoces debidas a la exposición.

Para ello utilizamos **Indicadores Biológicos**

- 1) Indicadores de **Dosis Interna**: es un parámetro que mide la concentración del agente químico o de alguno de sus metabolitos en un medio biológico del trabajador expuesto.
- 2) Indicadores de **Efecto**: es un parámetro que puede identificar alteraciones bioquímicas reversibles, inducidas de modo característico por el agente químico al que está expuesto el trabajador.

5.2.1.1 Indicadores toxicológicos

En el caso de trabajadores expuestos a plomo inorgánico se deben utilizar los siguientes indicadores:

- ALA-U (Acido delta amino levulínico en orina) que es un indicador de efecto reciente o consiguiente a la exposición.
- ZPP (Zinc-Protoporfirina) que es un indicador de efecto por exposición dada en los últimos meses.
- PbS (Plomo en sangre) que es un indicador de exposición reciente.

Para trabajadores expuestos a plomo orgánico, así como para trabajadores con tratamiento de eliminación de plomo se utiliza el siguiente indicador biológico:

- PbU (Plomo urinario)

5.2.1.2 Toma de muestras biológicas

Para que la recolección de la muestra sea representativa se debe conocer el metabolismo y la velocidad de excreción de cada tóxico.

Para el análisis de ALA-U se recolectará alrededor de 100 ml de la primera orina de la mañana, y mejor aún orina de 24 horas, en frascos de polietileno protegiendo en lo posible de la luz natural o artificial.

Si las muestras no se procesan inmediatamente, añadir unas 3-4 gotas de ácido clorhídrico concentrado y mantenerlas en refrigeración; en estas condiciones el ALA es estable por lo menos 2 semanas.

Para determinar PbS se recolectará 10 ml de sangre total o lo que indique el método analítico a utilizarse. No se requiere que el paciente se encuentre en ayunas.

Las muestras de sangre se conservan en refrigeración por un período largo .

El test de elección para la determinación de plomo urinario es recolectar las muestras al final de la exposición.

Se evitará tomar muestras puntuales de orina (en cualquier momento), pues éstas se ven afectadas por la variabilidad individual en la producción de orina, tales como la ingestión de líquidos, temperatura excesiva, carga de trabajo, consumo de medicamentos, menstruación, etc que pueden producir efectos de coloración, concentración o dilución de la orina y afectar el resultado. Por ésta razón es necesario corregir estos resultados refiriéndonos a la concentración de alguna sustancia con mecanismo de excreción renal, similar al del compuesto de interés y cuya eliminación se mantenga constante a lo largo del tiempo. Es el caso de la creatinina, la cual se elimina por filtración glomerular como la mayoría de los contaminantes y sus metabolitos. Cuando los contaminantes sean excretados por otro mecanismo como la difusión tubular renal, no se realizará esta corrección.

Se rechazarán las muestras de orina muy diluidas (densidad < 1.010 g/l, creatinina < 0.5 g/l) y las muy concentradas (densidad > 1.030 g/l, creatinina > 3.0 g/l)

5.2.1.3 Análisis

Los métodos aplicados son tomados del Manual de Métodos Analíticos NIOSH o del INSHT que han sido sometidos a protocolos de validación por organismos oficiales.

Para el ALA-U el método utilizado es el colorimétrico con reactivo de Ehrlich.

Para el PbS y PbU actualmente se utiliza el método colorimétrico con ditizona, sin embargo, se pueden utilizar otros como la espectrofotometría de absorción atómica.

5.2.1.4. Evaluación de Resultados

Para evaluar los riesgos potenciales a la salud de los trabajadores expuestos a plomo comparamos los resultados de la concentración del tóxico y/o sus metabolitos con los BEI, que son valores referenciales tomados de la ACGIH para exposición de 8 horas diarias, 40 semanales; también se utilizan otros criterios internacionales. (Ver tabla en el apartado)

5.2.2 INDICES CLINICOS

Los cuadros clínicos en intoxicaciones agudas se dan con menores niveles de plomo que en las intoxicaciones crónicas. En la prevención secundaria o a nivel del estadio 3 (Ver esquema), donde se busca la detección precoz de la intoxicación en fase preclínica o subclínica, es preciso realizar exámenes preocupacionales y periódicos que contemplen:

- Biometría hemática: Hemoglobina, Hematocrito, Contaje de Glóbulos Rojos, Volumen corpuscular medio, concentración media de hemoglobina, hemoglobina corpuscular media, reticulocitos, punteado basófilo, conteo de glóbulos blancos, fórmula leucocitaria.
- Pruebas de funcionalidad renal: urea y creatinina.
- Elemental y microscópico de orina

5.2.2.1 Toma de muestras biológicas.

Para la Biometría se tomarán de 2-3 ml de sangre venosa mediante tubos Vacutainer con anticoagulantes, preferiblemente EDTA, que es el más usado para el recuento de células sanguíneas.

Para la dosificación de urea y creatinina ,se tomará también 2-3 ml de sangre venosa, en tubo Vacutainer sin anticoagulante, en el que se realizará la separación adecuada de suero sanguíneo, inmediatamente de formado el coágulo. El suero podrá mantenerse inalterable en refrigeración hasta por 48 horas.

La muestra de orina para el EMO (elemental y microscópico de orina), se deberá tomar un volumen mínimo de 15 ml en frasco de plástico, preferiblemente estéril para evitar contaminación, y luego de adecuadas indicaciones al paciente para su recolección. Preferiblemente se solicita la primera orina de la mañana, que deberá mantenerse refrigerada si es que no se examina inmediatamente.

5.2.2.2 Análisis Clínicos.

Los métodos analíticos aplicados se tomarán de cada una de las técnicas de laboratorio clínico, mismos que serán validados con los correspondientes estándares y controles necesarios.

En la Biometría la dosificación de Hemoglobina se realizará por el método colorimétrico, utilizando cualquier técnica de hemoglobincianuro.

El hematocrito se realizará llenando tubos capilares con heparina, y sometiendo a microcentrifuga por 5 minutos a 10000 rpm.

El recuento de reticulocitos se realizará por la técnica de azul de cresil brillante o azul de metileno nuevo.

Los conteos de glóbulos blancos como rojos, se realizarán por métodos manuales, mediante el uso de hemacitómetro o cámara de recuento.

El cálculo VCM, HCM y CCMH se realizarán en base a los datos obtenidos de hematocrito, hemoglobina y recuento de hematíes.

La fórmula leucocitaria se efectuará en placa, luego de coloración Wright, en la que también se efectuará la revisión de morfología celular, y por ende del punteado basófilo.

El EMO, se realizará mediante la utilización de tiras reactivas. Mientras el examen microscópico será sedimento urinario, sin concentración y sin tinción; obtenido luego de centrifugación por 5 minutos a 2000 rpm.

La dosificación de urea utilizará cualquier técnica del mercado que tenga sueros control. Igual para la dosificación de creatinina se podrá utilizar técnicas con o sin desproteinización, que utilicen el método de Jaffé y que tenga sueros control o estándares.

Cabe indicar que estos indicadores se manejarán exclusivamente para plomo inorgánico, pues en el caso del plomo orgánico, no son útiles por no presentar síntomas de saturnismo.

En la prevención terciaria o estadio 4, si se inicia un tratamiento con quelantes , no está por demás realizar exámenes periódicos de urea y creatinina, por el efecto nefrotóxico de ellos.

5.3 VIGILANCIA Y CONTROL MEDICO

REGLAMENTACION DEL USO DEL PLOMO:

PROPUESTA DE MEDICINA DEL TRABAJO (QUITO).

VIGILANCIA EN SALUD

1. EXAMEN PRE-OCUPACIONAL:

- 1.1. Análisis del plomo en sangre.
- 1.2. Análisis de zinc protoporfirina en sangre.
- 1.3. Hemoglobina, Hematocrito, Recuento, Reticulocitos
- 1.4. Elemental y microscópico de orina. Creatinina.
- 1.5. Tensión arterial. Fondo de ojo.

2. EXAMEN PERIODICO:

2.1. Monitoreo biológico:

INDICADOR	I	II	III	IV
Pb Sangre µg/dL	< 30	30 - 40	41 - 70	> 70
ALA-U µg/L	< 5	5 - 6	7 - 18	> 18
Zinc protoporfirina µg/dL	< 30	30 - 110	110 - 170	> 170
CONTROL INDIVIDUAL	Semestral	Trimestral	Retirar de la exposición hasta que su nivel sea inferior a 40	Retirar de la exposición hasta que su nivel sea inferior a 40
CONTROL AMBIENTAL	Ninguno	Control del ambiente	Mejora tecnológica y ambiental	Mejora tecnológica y ambiental

2.2. Evaluaciones médicas:

Estadio II : Hemoglobina, Hematocrito, Recuento, Reticulocitos

Estadio III: Esquema básico, similar al pre-ocupacional

Evaluación con ficha médica específica

Velocidad de conducción nerviosa

N-acetil glucosaminidasa

Debe referirse a riesgos del trabajo, para su manejo y se establece un período de subsidio hasta su recuperación a estadio II

Estadio IV: Debe remitirse a Riesgos del Trabajo para su manejo y se establece un período de subsidio hasta su recuperación a estadio II

Esquema básico, similar al pre-ocupacional

Evaluación con ficha médica específica

Velocidad de conducción nerviosa

EEG

N-acetil glucosaminidasa

2.3. Evaluación neuropsicológica.

VIGILANCIA SICOLOGICA:

5.1.- Estudio psicológico pre ocupacional.

5.2.- Estudio psicológico de vigilancia anual

5.3.- Estudio psicológico en casos especiales:

5.3.1.- En casos de intoxicación aguda.

5.3.2.- En casos de reubicación laboral.

5.3.3.- En casos de readaptación laboral.

5.3.4.- Luego de una ausencia prolongada por enfermedad.

5.3.5.- En casos de enfermedades con afecciones nerviosas.

8.2.2.- Programas de reducción de tiempos de exposición a base de: rotación, reorganización del trabajo a fin de que se realice una parte de él sin exposición al riesgo plomo, conceder pausas.

8.2.3.- Organizar una adecuada selección de personal.

8.2.4.- Capacitación sobre el riesgo específico y como prevenirlo.

8.2.5.- Los empleadores deberán llevar registros de exposición ambiental en un tiempo determinado.

8.2.6.- Llevar registros de las evaluaciones al personal.

8.2 .- CONTROL TÉCNICO

8.3.- CONTROL MEDICO

8.4.- CONTROL SICOLOGICO:

8.4.1.- Reconocimiento sicológico previo a la contratación.

8.4.2.- Vigilancia sicológica periódica cada año, para detectar en forma precoz alteraciones sicológicas por exposición a plomo, a fin de adoptar medidas correctivas.

8.4.3.- Cuando se ha diagnosticado problema sicológico por exposición a plomo ,se procederá a un cambio de puesto de trabajo a uno de menor riesgo para el trabajador afectado a fin de aprovechar su capacidad remanente.

8.4.4.- Según la gravedad del caso se procederá al retiro definitivo del puesto habitual de trabajo y se remitirá a Riesgos del Trabajo del IESS.

8.4.5.- Se dará capacitación periódica a los trabajadores expuestos.