



ARMIDA ZÚÑIGA ESTRADA, Comisionada Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 30, fracción XIII, 13, apartado A, fracción I, 116 y 118, fracciones I y VII de la Ley General de Salud; 10, fracción I, 24, 30, 34, 35, fracción V, 37 y 38 de la Ley de Infraestructura de la Calidad; 28 y 33 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización en relación con el Transitorio Tercero del Decreto por el que se expide la Ley de Infraestructura de la Calidad y se abroga la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 2020 y 3, fracciones I, literal n, así como 10, fracciones IV y VIII del Reglamento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, he tenido a bien ordenar la publicación en el Diario Oficial de la Federación del

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-199-SSA1-2025, SALUD AMBIENTAL.  
CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE QUE DEFINEN LAS ACCIONES SANITARIAS PARA  
PROTEGER LA SALUD DE LA POBLACIÓN EXPUESTA NO OCUPACIONALMENTE.**

El presente proyecto se publica a efecto de que los interesados, dentro de los 60 días naturales siguientes al de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad, presenten sus comentarios en idioma español y con el sustento técnico suficiente ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, ubicado en Oklahoma número 14, planta baja, colonia Nápoles, código postal 03810, Demarcación Territorial Benito Juárez, Ciudad de México, teléfono 55 5080 5200, extensión 1333 o bien al correo electrónico: [rfs@cofepris.gob.mx](mailto:rfs@cofepris.gob.mx).

Durante el plazo mencionado y de conformidad con lo dispuesto en el artículo 35, fracción V de la Ley de la Infraestructura de la Calidad, los documentos que sirvieron de base para la elaboración del presente proyecto y el Análisis de Impacto Regulatorio, estarán a disposición del público en general, para su consulta, en el domicilio del mencionado Comité, en tanto no se hayan emitidos los lineamientos que regularán el acceso a la Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad por parte de los interesados, y los formatos electrónicos que deberán utilizarse para esos efectos.

## PREFACIO

En la elaboración del presente Proyecto de Norma participaron:

**SECRETARÍA DE SALUD**

Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios

Dirección General de Epidemiología

Instituto Nacional de Salud Pública

Centro de Salud Ambiental, Servicios de Salud de Coahuila de Zaragoza



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

Unidad de Educación e Investigación en Salud

División de Investigación en Salud, UMAE Hospital de Pediatría CMN Siglo XXI

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Coordinación General de Laboratorios de Referencia en Investigación sobre Contaminación y Salud Ambiental

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL (Cinvestav) – Departamento de Toxicología

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Facultad de Medicina

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Química

ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA DE MÉXICO, A.C.

LEAD EXPOSURE ELIMINATION PROJECT

INSTITUTO BLACKSMITH MEXICO A.C. (PURE EARTH)

CASA CEM-VÍAS VERDES A.C.

CÁMARA MINERA DE MÉXICO

## ÍNDICE

0. Introducción

1. Objetivo

2. Campo de aplicación

3. Referencias normativas

4. Términos y definiciones

5. Símbolos y términos abreviados

6. Especificaciones

7. Acciones sanitarias básicas de protección

8. Métodos de prueba

9. Concordancia con normas internacionales

10. Bibliografía

11. Observancia de la Norma

12. Procedimiento de Evaluación de la conformidad

13. Vigencia

**Apéndice A (Normativo).** Toma de muestra.

**Apéndice B (Normativo).** Métodos de prueba para la determinación de plomo en sangre.

**Apéndice C (Normativo).** Informe de resultados de laboratorio.

**Apéndice D (Normativo).** Cuestionario de Exposición al Plomo.

### 0. Introducción

El plomo (Pb) es un metal pesado que se encuentra extensamente distribuido en la Tierra. Las propiedades fisicoquímicas de este elemento y de los compuestos que de él se derivan han favorecido la elaboración de una gran variedad de productos, siendo uno de los metales que más se han utilizado a lo largo de la historia. Actualmente las fuentes más extendidas de



exposición al plomo son las emisiones de las industrias minero-metalúrgicas y metal mecánicas, los establecimientos productores y recicladores de baterías, las emisiones de la producción y uso de pinturas y productos relacionados y la alfarería vidriada que contiene plomo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera al plomo como una de las 10 sustancias químicas de mayor preocupación para la salud pública en el mundo, causante de más de 600,000 casos nuevos de discapacidad intelectual cada año.

De acuerdo con resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición publicados en 2018, en México más del 17% de la infancia entre 1 y 4 años tienen intoxicación por plomo (valores superiores a 5 µg/dL en sangre), superando ampliamente a lo reportado en Estados Unidos de 2.0% en la infancia del mismo grupo de edad. En el sur del territorio nacional se reporta un uso de casi el doble de loza de barro vidriado con plomo en comparación con el Norte (39.9 vs. 21.2%), consistente con la prevalencia de niveles elevados de plomo en sangre encontrados en dichas regiones.

Los pigmentos, secantes, catalizadores y fundentes para pinturas y productos relacionados y la producción y el uso de alfarería vidriada son fuentes importantes de exposición al plomo en México. Las medidas de control e higiene industrial, así como los programas de mejoramiento de los hábitos higiénicos en el trabajo, deberán tener como objetivos no solo reducir la exposición y en consecuencia el riesgo a la salud de los trabajadores, sino además eliminar la exposición paraocupacional de los familiares de los trabajadores.

Algunos remedios tradicionales, como el azarcón (usado como tratamiento para la diarrea), tienen un alto contenido de plomo y han producido intoxicación en la infancia mexicana.

La absorción del plomo se da por todas las vías (oral, inhalatoria y cutánea) y depende de forma importante del estado nutricional del individuo, siendo mayor si la dieta es pobre en calcio, hierro y/o proteínas. El plomo se distribuye a todo el organismo y se acumula en el hueso.

El método más común para conocer las concentraciones de plomo en el organismo es la cuantificación de su concentración en sangre comúnmente expresada en microgramos de plomo por decilitro ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ ).

El plomo causa efectos adversos en prácticamente todos los órganos y sistemas, siendo la infancia y las personas embarazadas las poblaciones más vulnerables.

El plomo es un neurotóxico que atraviesa la placenta durante el embarazo, alcanzando al bebé en formación; durante esta etapa especialmente sensible, el plomo ocasiona que la persona recién nacida no se desarrolle adecuadamente (peso bajo al nacer), disminuya su potencial intelectual y genere problemas en el aprendizaje, atención, desempeño escolar y conducta. Además, se ha documentado un riesgo mayor de agresividad, violencia y criminalidad en adolescentes y en personas adultas que estuvieron expuestos a plomo en etapas tempranas de la vida.

La exposición a este metal, dependiendo de las concentraciones de plomo en sangre, puede provocar daño hematopoyético, inmunológico, esquelético, renal (túbulo proximal de la



nefrona), cardiovascular, reproductivo y en los sistemas nervioso central y periférico. Datos de la OMS revelan que en 2021, la exposición al plomo causó más de 1.5 millones de muertes en todo el mundo, principalmente causadas por sus efectos cardiovasculares. El riesgo de ingestión de plomo aumenta en la infancia por su conducta exploratoria y sus juegos, que los hace tener mayor contacto con suelos contaminados, aunado a la mayor absorción que ocurre a esta edad comparada con las personas adultas.

La intoxicación por plomo en los adultos se manifiesta en un cuadro sintomático determinado por cólicos, dolor de cabeza, fatiga y neuropatía periférica. El plomo ocasiona alteraciones en la biosíntesis del grupo hemo por la inhibición de enzimas que participan en su síntesis, ocasionando anemia. La infancia como el grupo con mayor susceptibilidad, muestran principalmente deficiencia en el desarrollo psicomotor, intelectual (coeficiente IQ menor) y de aprendizaje, y en los casos de intoxicación aguda se presentan vómitos, anorexia, convulsiones, coma y encefalopatía. No existe nivel seguro de exposición al plomo que no tenga efectos nocivos y su exposición es prevenible.

El presente proyecto de Norma establece las concentraciones de plomo en sangre que definen las acciones sanitarias básicas de prevención y control en la población expuesta no ocupacionalmente y es aplicable como criterio de referencia en el desarrollo de programas de evaluación e investigación de los riesgos y daños a la salud de la población, a causa de la contaminación ambiental por plomo.

La elaboración de este proyecto de Norma se sustenta en el artículo 10, fracción I de la Ley de Infraestructura de la Calidad, relativo a la finalidad de las Normas Oficiales Mexicanas de atender las causas de los problemas identificados por las Autoridades Normalizadoras que afecten o que pongan en riesgo los objetivos legítimos de interés público considerados, específicamente en la protección y promoción a la salud.

## 1. Objetivo

Este proyecto de Norma Oficial Mexicana establece las concentraciones de plomo en sangre que definen las acciones sanitarias básicas de prevención y control en población expuesta no ocupacionalmente.

## 2. Campo de aplicación

Este proyecto de Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el territorio nacional para los prestadores de servicios de salud de los sectores público, social y privado que integran el Sistema Nacional de Salud, así como para los laboratorios que realicen pruebas para la determinación de concentraciones de plomo en sangre.

Asimismo, el presente proyecto de Norma es aplicable como criterio de referencia en el desarrollo de programas de evaluación e investigación de los riesgos y daños a la salud de la población, a causa de la contaminación ambiental por plomo.

## 3. Referencias normativas



Para la correcta aplicación del presente proyecto de Norma, es necesario consultar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas vigentes o las que, en su caso, las sustituyan:

**3.1 Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, Para la vigilancia epidemiológica.**

**3.2 NORMA Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación.**

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

#### **4. Términos y definiciones**

Para efectos del presente proyecto de Norma, se entiende por:

**4.1 Acción o acciones sanitarias:** a las medidas básicas que se aplicarán para proteger la salud de la población expuesta al plomo.

**4.2 Autoridad sanitaria:** a la Secretaría de Salud y a los servicios de salud de las entidades federativas.

**4.3 Coeficiente de variación:** a la desviación estándar dividida entre el promedio aritmético multiplicado por cien.

**4.4 Concentración de plomo en sangre:** a la cantidad total de cualquier compuesto de plomo (cromatos, carbonatos, óxidos u otros) presente en una muestra de sangre venosa expresada en microgramos de plomo por decilitro de sangre ( $\mu\text{g}/\text{dL}$ ).

**4.5 Conviventes:** persona que vive con otra.

**4.6 Electroquímica:** a la técnica analítica en la cual la corriente que es generada mientras una sustancia química es oxidada o reducida; se usa para determinar su concentración.

**4.7 Exactitud:** a la concordancia entre un valor obtenido experimentalmente y el valor de referencia.

**4.8 Factores de Riesgo:** a las características que aumentan la probabilidad de que aparezca un daño o una enfermedad en el individuo expuesto (edad, sexo, ocupación, estado nutricional, lactancia, embarazo, etc.).

**4.9 Fuente de exposición:** al utensilio, medio o establecimiento que pueda contaminar con plomo el ambiente o los alimentos.

**4.10 Indicador biológico de daño:** a la alteración bioquímica funcional o estructural que resulta de la reacción del organismo a la exposición al plomo (ácido delta-aminolevulínico urinario, protoporfirina de zinc en sangre y actividad de la enzima deshidratasa del ácido delta-aminolevulínico para la infancia).

**4.11 Límite de cuantificación:** a la concentración de plomo más baja en una muestra que puede ser determinada con precisión y que corresponde al valor de diez veces la desviación estándar relativa de la lectura del blanco.

**4.12 Límite de detección:** a la concentración mínima del analito en una muestra, que corresponde a tres veces la desviación estándar de la lectura del blanco apropiado con una probabilidad del 99.87%.

**4.13 Linealidad:** al intervalo en el cual la respuesta instrumental es proporcional a la concentración del analito de interés, cuya representación es una recta.



**4.14 Modificador de matriz:** al reactivo químico que se adiciona a las muestras y a los estándares para que se incremente la volatilidad de la matriz; estabiliza el analito de interés, transformándolo en un compuesto definido de propiedades conocidas; reduce interferencias espectrales y químicas; permite establecer condiciones adecuadas de pretratamiento térmico y el uso de temperaturas más altas en este paso, con lo cual se obtiene separación mejor de los materiales asociados, eliminación máxima de interferencias y evita la aparición de picos múltiples del analito de interés durante la atomización.

**4.15 Notificación:** al procedimiento que obliga a los prestadores de servicios de salud, investigadores o investigadoras y laboratorios que realizaron el análisis a informar por escrito los resultados del monitoreo de plomo en sangre.

**4.16 Oxidación:** a la pérdida de electrones de un elemento o compuesto.

**4.17 Personal Médico especialista:** al personal médico con reconocimiento o título de especialidad otorgado por institución oficial educativa superior o de salud, con experiencia en el manejo de intoxicaciones con plomo.

**4.18 Plomo:** Al elemento metálico que en su forma natural se encuentra como mineral, se extrae del subsuelo y se caracteriza por ser de color azul grisáceo, maleable, dúctil; y que puede formar compuestos capaces de contaminar el ambiente y los alimentos. Es resistente al ácido sulfúrico y soluble en ácidos orgánicos (ácido acético).

**4.19 Precisión de un método analítico:** a la cercanía de resultados sucesivos, obtenidos con el mismo método o material, bajo las mismas condiciones. Usualmente se expresa en términos del coeficiente de variación.

**4.20 Reducción:** a la ganancia de electrones de un elemento o compuesto.

## 5. Símbolos y términos abreviados

5.1 $\mu\text{g/dL}$	microgramos de plomo por decilitro de sangre.
5.2 CPbS	concentración de plomo en sangre venosa.
5.3 %	por ciento.
5.4 mL	mililitros.
5.5 M $\text{cm}^{-1}$	miliohms por centímetro, medida de conductividad.
5.6 nm	nanómetro.
5.7 $\mu\text{L}$	microlitro
5.8 $^{\circ}\text{C}$	grados Celsius
5.9 g/mL	gramos por mililitro
5.10 EDTA	ácido etilendiaminatetraacético.
5.11 $\text{HNO}_3$	ácido nítrico.
5.12 Pb	plomo
5.13 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	Fosfato dibásico de amonio.

## 6. Especificaciones

**6.1** La CPbS de la población expuesta no ocupacionalmente es de 1  $\mu\text{g/dL}$ , el cual indica que se debe iniciar la aplicación de medidas para proteger la salud de la población no ocupacionalmente expuesta.



**6.2** Los prestadores de servicios de salud e investigadoras o investigadores en el campo de la salud y los laboratorios que realicen pruebas para la determinación de plomo en sangre, deben notificar a las autoridades sanitarias todos los casos que presenten CPbS por arriba del establecido en el inciso 6.1, conforme al procedimiento establecido en la NOM-017-SSA2-2012, señalada en el Capítulo 3 de Referencias normativas de esta Norma.

**6.3** Los laboratorios que realicen determinaciones de plomo en sangre deberán estar autorizados por la Secretaría de Salud en los términos dispuestos por esta autoridad sanitaria.

**6.4** La atención médica, así como el seguimiento clínico, deberá ser provisto por las instituciones públicas y privadas del Sistema Nacional de Salud.

**6.5** Las acciones de vigilancia epidemiológica las realizará la autoridad sanitaria local, regional o estatal que corresponda.

**6.6** Las acciones de promoción de la salud, fomento sanitario y atención médica deberán ser supervisadas por el personal de salud local del sector público.

**6.7** Toda persona que sea sometida a un estudio de CPbS debe ser informada por el personal de la salud o institución tratante del resultado del análisis de la muestra.

**6.8** Las instituciones médicas de los sectores público y privado deberán capacitar de manera periódica al personal de salud involucrado en la atención y la prevención de la exposición no ocupacional al plomo, que incluya al menos los siguientes rubros:

**6.8.1** Fuentes y vías de exposición al plomo en México.

**6.8.2** Signos y síntomas de intoxicación por plomo en diferentes grupos de población.

**6.8.3** Métodos y procedimientos para la determinación de la CPbS.

**6.8.4** Acciones de mitigación y medidas preventivas basadas en evidencia.

**6.8.5** Estrategias de comunicación de riesgo y educación para la salud.

La capacitación deberá ser documentada y verificable, y su cumplimiento será requisito para la ejecución de las acciones de prevención y control establecidas en la presente Norma.

**6.9** La Secretaría de Salud y los gobiernos locales de los estados establecerán las estrategias de comunicación de riesgo a la salud por la exposición al plomo.

## 7. Acciones sanitarias básicas de protección

**7.1** La tabla 1. Acciones sanitarias básicas de protección de la población expuesta no ocupacionalmente, establece las acciones diferenciadas según el nivel de CPbS. Esta clasificación no implica la existencia de un umbral seguro, ya que diversos estudios han demostrado efectos adversos incluso a niveles bajos de exposición, especialmente en la infancia, el embarazo y la lactancia. Las acciones listadas son acumulativas y deben considerarse como parte de una estrategia integral de prevención, tratamiento, eliminación de fuentes de exposición y seguimiento clínico-epidemiológico.

Promover la aplicación del cuestionario de búsqueda de fuentes y rutas de exposición y potenciales signos y efectos del plomo, como instrumento de tamizado en poblaciones con posible riesgo. (Apéndice D).

**Tabla 1. Acciones sanitarias básicas de protección de la población expuesta no ocupacionalmente**



Concentración de plomo en sangre (CPbS)	Acciones Sanitarias			
	<ul style="list-style-type: none"><li>Proporcionarles a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años y a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra.</li><li>Proporcionar información que contribuya a la educación para la salud con el fin de que las personas adquieran los conocimientos, las actitudes y los hábitos básicos para la promoción y la defensa de la salud individual y colectiva, con énfasis en las medidas para evitar la exposición al plomo.</li><li>Promover formas de vida saludables relacionadas con la prevención de intoxicaciones por plomo, reducción de conductas y de situaciones de riesgo, y el conocimiento general de los daños en la salud de dicho metal.</li><li>No suspender la lactancia.</li></ul>			
	<b>Seguimiento de las mediciones de la CPbS</b>			
Categoría 0 $\leq 1 \mu\text{g/dL}$	Infancias entre 1 mes a 5 años.	Menores entre 5 y 15 años.	Mayores de 15 años con excepción de personas embarazadas y en periodo de lactancia.	Personas embarazadas y en periodo de lactancia y personas recién nacidas (0 a 28 días).
	<ul style="list-style-type: none"><li>Seguimiento anual, en caso de que el cuestionario indique que existen fuentes potenciales de plomo.</li></ul> <p style="text-align: center;">Sin seguimiento en las mediciones</p>			
	<b>Acciones Sanitarias</b>			
Categoría Ia $> 1 \text{ a } \leq 3.5 \mu\text{g/dL}$	<ul style="list-style-type: none"><li>Proporcionarles a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años y a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra, junto con información sobre los posibles daños o efectos a la salud que se pueden enfrentar por categoría de CPbS.</li><li>Nutrición adecuada, consumo suficiente de calcio, hierro, zinc y vitamina C en la dieta y fomentar comidas en horarios regulares y evitar el ayuno de acuerdo con la NOM-043-SSA2-2012 y las Guías Alimentarias Saludables y Sostenibles para la población mexicana 2023 o las que las sustituyan.</li></ul>			



- Realizar una evaluación médica integral y neuropsicológica profesional, esta prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) podrá ser aplicada por el personal de salud capacitado por instituciones y organismos avalados por el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CeNSIA) y el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG).
- Si existen antecedentes familiares, ambientales u ocupacionales de las madres y los padres, realizar la valoración clínica a las personas recién nacidas, documentar antecedentes de plomo en sangre en el expediente y dar seguimiento en las consultas correspondientes.
- No suspender la lactancia.
- La autoridad sanitaria gestionará estudios para identificar las posibles fuentes ambientales y rutas de exposición al plomo.
- Al identificar las fuentes y rutas de exposición activas, la autoridad sanitaria gestionará las acciones conducentes para su control o eliminación.
- En personas con una ocupación formal o en el mercado laboral informal se requerirán los antecedentes laborales.
- En el caso de utensilios domésticos identificados como fuente de exposición, la autoridad sanitaria señalará cuáles son los que se deben eliminar.

#### Seguimiento de las mediciones de la CPbS

Infancias entre 1 mes a 5 años.	Menores entre 5 y 15 años.	Mayores de 15 años con excepción de personas embarazadas y en periodo de lactancia.	Personas embarazadas y en periodo de lactancia y personas recién nacidas (0 a 28 días).
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada 6 meses a los menores de 1 año.</li><li>• Vigilar la CPbS cada 6 meses a los mayores de 1 año.</li><li>• En todos, el seguimiento se realiza hasta lograr un nivel dentro del intervalo de la Categoría 0.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada 12 meses hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría 0.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Repetir la determinación de la CPbS cada 12 meses hasta alcanzar la concentración de la Categoría 0.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguimiento cada tres meses durante el embarazo y periodo de lactancia con la determinación de la CPbS hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría 0.</li><li>• Si no se realizó el seguimiento cada tres meses durante el embarazo, se requiere la determinación de la</li></ul>



			<p>CPbS de la madre o en cordón umbilical al momento del parto.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Al concluir el periodo de lactancia, continuar mediciones conforme a los resultados y grupo de edad.</li></ul>
<b>Acciones Sanitarias</b>			
<b>Categoría Ib &gt; 3.5 a ≤ 10 µg/dL</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporcionarles a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años y a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra, junto con información sobre los posibles daños o efectos a la salud que se pueden enfrentar por categoría de CPbS.</li><li>• Proporcionar a la familia información sobre fuentes y rutas de exposición al plomo y fomentar buenos hábitos higiénicos y alimenticios y medidas personales para reducir la exposición y absorción del plomo.</li><li>• Nutrición adecuada, consumo suficiente de calcio, hierro, zinc y vitamina C en la dieta y fomentar comidas en horarios regulares y evitar el ayuno de acuerdo con la NOM-043-SSA2-2012 y las Guías Alimentarias Saludables y Sostenibles para la población mexicana 2023.</li><li>• Elaborar la historia clínica con énfasis en los potenciales síntomas y efectos subclínicos por exposición al plomo.</li><li>• Realizar una evaluación del desarrollo en menores de 5 años, siguiendo el procedimiento del primer nivel de atención.</li><li>• Realizar la valoración clínica en personas recién nacidas, documentar antecedente de plomo en sangre en el expediente y dar seguimiento en consultas correspondientes.</li><li>• Realizar una evaluación médica integral y neuropsicológica profesional, esta prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) en infantes de 1 mes hasta 5 años 11 meses 29 días, y podrá ser aplicada por el personal de salud capacitado por instituciones y organismos avalados por el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CeNSIA) y el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG).</li><li>• No suspender la lactancia.</li><li>• La autoridad sanitaria gestionará estudios para identificar las posibles fuentes ambientales y rutas de exposición al plomo.</li><li>• Al identificar las fuentes y rutas de exposición activas, la autoridad sanitaria</li></ul>		



gestionará las acciones conducentes para su control o eliminación.

- En personas con una ocupación formal o en el mercado laboral informal se requerirán los antecedentes laborales.
- En el caso de utensilios domésticos identificados como fuente de exposición, la autoridad sanitaria señalará cuáles son los que se deben eliminar.
- Vigilancia neuroconductual desde >5 µg/dL de CPbS en menores entre 5 y 15 años.

#### Seguimiento de las mediciones de la CPbS

Infancias entre 1 mes a 5 años.	Menores entre 5 y 15 años.	Mayores de 15 años con excepción de personas embarazadas y en periodo de lactancia.	Personas embarazadas y en periodo de lactancia y personas recién nacidas (0 a 28 días).
<ul style="list-style-type: none"><li>• Confirmar la CPbS en un lapso de 30 días.</li><li>• Vigilar la CPbS cada 6 meses a los menores de 1 año.</li><li>• Vigilar la CPbS cada 6 meses a los mayores de 1 año.</li><li>• En todos, el seguimiento se realiza hasta lograr un nivel dentro del intervalo de la Categoría 0.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada 12 meses hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría 0.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Repetir la determinación de la CPbS cada 12 meses hasta alcanzar concentración de la Categoría 0.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Seguimiento cada tres meses durante el embarazo y periodo de lactancia con la determinación de la CPbS hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría 0.</li><li>• Si no se realizó el seguimiento cada tres meses durante el embarazo, se requiere la determinación de la CPbS de la madre o en cordón umbilical al momento del parto.</li><li>• Al concluir el periodo de lactancia, continuar mediciones conforme a los resultados y grupo de edad.</li></ul>



Acciones Sanitarias			
Categoría II > 10 a ≤ 20 µg/dL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporcionar a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años y a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra, junto con información sobre los posibles daños o efectos a la salud que se pueden enfrentar por categoría de CPbS.</li> <li>Proporcionar a la familia información sobre fuentes y rutas de exposición al plomo y fomentar buenos hábitos higiénicos y alimenticios y medidas personales para reducir la exposición y absorción del plomo.</li> <li>Elaborar historia clínica, realizar examen físico y evaluar posibles síntomas de toxicidad al plomo.</li> <li>En personas recién nacidas, realizar la valoración clínica, documentar antecedente de plomo en sangre en expediente y dar seguimiento en consultas correspondientes.</li> <li>Realizar una evaluación médica integral y neuropsicológica profesional, esta prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) en infantes de 1 mes hasta 5 años 11 meses 29 días, y podrá ser aplicada por el personal de salud capacitado por instituciones y organismos avalados por el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CeNSIA) y el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG).</li> <li>Solicitar biometría hemática, química sanguínea y evaluar los marcadores del metabolismo del hierro (hierro sérico, ferritina, transferrina o zinc-protoporfirina).</li> <li>Prescribir suplementos alimenticios: hierro, calcio y folatos, con base en la evaluación médica integral.</li> <li>No suspender la lactancia.</li> <li>Determinar la CPbS de los convivientes.</li> <li>La autoridad sanitaria gestionará estudios para identificar las posibles fuentes ambientales y rutas de exposición al plomo.</li> <li>Al identificar las fuentes y rutas de exposición activas, la autoridad sanitaria gestionará las acciones conducentes para su control o eliminación.</li> <li>En personas con una ocupación formal o en el mercado laboral informal se requerirán los antecedentes laborales.</li> <li>En el caso de utensilios domésticos identificados como fuente de exposición, la autoridad sanitaria señalará cuáles son los que se deben eliminar.</li> <li>Evaluación médica en CPbS &gt;10 µg/dL de CPbS en menores entre 5 y 15 años.</li> </ul>		
Seguimiento de las mediciones de la CPbS			
Infancias entre 1 mes a 5 años.	Menores entre 5 y 15 años.	Mayores de 15 años con excepción de	Personas embarazadas y en periodo de lactancia y personas



		personas embarazadas y en periodo de lactancia.	recién nacidas (0 a 28 días).
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada 3 meses hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría I.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada 6 meses hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría I.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Repetir la determinación de la CPbS al menos cada 12 meses hasta alcanzar concentración de la Categoría I.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• En el embarazo, seguimiento mensual con la determinación de la CPbS hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría I.</li><li>• Si no se realizó seguimiento durante el embarazo, se requiere, la determinación de la CPbS de la madre o en cordón umbilical al momento del parto y seguimiento a la persona recién nacida.</li><li>• Seguimiento bimestral hasta que termine el periodo de lactancia y continuar mediciones conforme a resultados e intervalo de edad.</li><li>• Establecer la repetición a los 2 y 6 meses de vida en neonatos con exposición intrauterina significativa (<math>&gt;10 \mu\text{g/dL}</math>), basado en evidencia de riesgo</li></ul>



<b>Categoría III</b> $> 20 \text{ a } \leq 45 \mu\text{g/dL}$				neurológico a mediano plazo.		
	<b>Acciones Sanitarias</b>					
				<ul style="list-style-type: none"><li>• Proporcionarles a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años y a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra, junto con información sobre los posibles daños o efectos a la salud que se pueden enfrentar por categoría de CPbS.</li><li>• Proporcionar a la familia información sobre fuentes y rutas de exposición al plomo y fomentar buenos hábitos higiénicos y alimenticios y medidas personales para reducir la exposición y absorción del plomo.</li><li>• Elaborar la historia clínica, realizar examen físico y evaluar posibles síntomas de toxicidad al plomo.</li><li>• En personas recién nacidas, realizar la valoración clínica, documentar antecedente de plomo en sangre en expediente y dar seguimiento en consultas correspondientes.</li><li>• Realizar una evaluación médica integral y neuropsicológica profesional, esta prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) en infantes de 1 mes hasta 5 años 11 meses 29 días, y podrá ser aplicada por el personal de salud capacitado por instituciones y organismos avalados por el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CeNSIA) y el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG).</li><li>• Solicitar biometría hemática, química sanguínea y estudiar los marcadores del metabolismo del hierro (hierro sérico, ferritina, transferrina o zinc-protoporfirina).</li><li>• Prescribir suplementos alimenticios: hierro, calcio y folatos, con base en la evaluación médica integral.</li><li>• No suspender la lactancia.</li><li>• Determinar la CPbS de los convivientes.</li><li>• La autoridad sanitaria gestionará estudios para identificar las posibles fuentes ambientales y rutas de exposición al plomo.</li><li>• Al identificar las fuentes y rutas de exposición activas, la autoridad sanitaria gestionará las acciones conducentes para su control o eliminación.</li><li>• En personas con una ocupación formal o en el mercado laboral informal se requerirán los antecedentes laborales.</li><li>• En el caso de utensilios domésticos identificados como fuente de exposición, la autoridad sanitaria señalará cuáles son los que se deben eliminar.</li></ul>		
	<b>Seguimiento de las mediciones de la CPbS</b>					
	<b>Infancias entre 1 mes a 5 años.</b>	<b>Menores entre 5 y 15 años.</b>	<b>Mayores de 15 años con</b>	<b>Personas embarazadas y en periodo de</b>		



		excepción de personas embarazadas y en periodo de lactancia.	lactancia y personas recién nacidas (0 a 28 días).
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada mes a los menores de 3 años.</li><li>• Vigilar la CPbS cada 3 meses a los mayores de 3 años.</li><li>• En todos los casos, el seguimiento se realiza hasta lograr un nivel dentro del intervalo de la Categoría II.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada 6 meses hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría II.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hacer seguimiento médico integral para evaluar la CPbS de manera anual.</li><li>• En el embarazo seguimiento mensual hasta que la CPbS se encuentre dentro del intervalo de la Categoría II.</li><li>• Si no se realizó el seguimiento mensual se requiere la determinación de la CPbS de la madre o en cordón umbilical al momento del parto.</li><li>• Seguimiento bimestral hasta que termine el periodo de lactancia y continuar mediciones conforme a resultados e intervalo de edad.</li><li>• En personas recién nacidas continuar mediciones conforme a resultados y grupo de edad.</li></ul>
Categoría IV $> 45 \text{ a } \leq 70 \mu\text{g/dL}$	<p><b>Acciones Sanitarias</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• A partir de 45 µg/dL de CPbS debe considerarse urgencia médica.</li><li>• Proporcionarles a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años o a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra, junto con información sobre los posibles daños o efectos a la salud que se pueden enfrentar por categoría de CPbS.</li></ul>		



- Proporcionar a la familia información sobre fuentes y rutas de exposición al plomo y fomentar buenos hábitos higiénicos y alimenticios y medidas personales para reducir la exposición y absorción del plomo.
- Referir el caso al personal médico especialista dentro de las 48 horas siguientes.
- Elaborar la historia clínica, realizar examen físico y evaluar posibles síntomas de toxicidad al plomo.
- Elaborar una evaluación médica integral por el personal médico especialista, considerando indicadores biológicos de daño, para determinar tipo de atención (manejo de caso).
- Realizar una evaluación médica integral y neuropsicológica profesional, esta prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) en infantes de 1 mes hasta 5 años 11 meses 29 días, y podrá ser aplicada por el personal de salud capacitado por instituciones y organismos avalados por el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CeNSIA) y el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG).
- Solicitar biometría hemática, química sanguínea y evaluar los marcadores del metabolismo del hierro (hierro sérico, ferritina, transferrina o zinc-protoporfirina).
- Prescribir suplementos alimenticios: hierro, calcio y folatos, con base en la evaluación médica integral.
- Considerar tratamiento farmacológico con agentes quelantes para individuos con sintomatología y signología significativas de intoxicación por plomo. En caso de que se administre tratamiento farmacológico con quelantes, asegurar que no existe una ruta de exposición activa. El tratamiento farmacológico con quelantes lo debe aplicar el personal médico especialista. La aplicación de quelantes requiere protocolo estandarizado, tomando como referencia la Directriz de la OMS para el tratamiento clínico de la exposición al plomo (inciso 10.11) o las que las sustituyan.
- Determinar la CPbS de los convivientes.
- La autoridad sanitaria gestionará estudios para identificar las posibles fuentes ambientales y rutas de exposición al plomo.
- Durante el periodo de gestación no se debe administrar tratamiento quelante, excepto cuando el personal médico especialista tratante bajo estricta valoración determine el uso de fármacos quelantes que hayan demostrado evidencia de no ser embriotóxicos o fetotóxicos.
- Al término de la gestación se deberá valorar por parte de un personal médico especialista la aplicación del tratamiento farmacológico y, en caso necesario, prescribir y vigilar tratamiento con agentes quelantes para reducir las concentraciones de CPbS a niveles dentro del intervalo de la Categoría III.
- Informar a la persona embarazada desde la atención prenatal acerca de la



contraindicación de la lactancia y proporcionar alternativas: donación heteróloga de banco de leche humana o sucedáneos con prescripción médica.

- Al identificar las fuentes y rutas de exposición activas, la autoridad sanitaria gestionará las acciones conducentes para su control o eliminación.
- En personas con una ocupación formal o en el mercado laboral informal se requerirán los antecedentes laborales.
- En el caso de utensilios domésticos identificados como fuente de exposición, la autoridad sanitaria señalará cuáles son los que se deben eliminar.

#### Seguimiento de las mediciones de la CPbS

Infancias entre 1 mes a 5 años.	Menores entre 5 y 15 años.	Mayores de 15 años con excepción personal embarazadas y en periodo de lactancia.	Personas embarazadas y en periodo de lactancia y personas recién nacidas (0 a 28 días).
<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada mes hasta lograr concentraciones dentro del intervalo de la Categoría III.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar la CPbS cada mes hasta lograr concentraciones dentro del intervalo de la Categoría III.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Repetir la determinación de la CPbS cada mes hasta lograr una concentración dentro del intervalo de la Categoría III.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere al momento del parto la determinación de las CPbS de la madre o en cordón umbilical.</li><li>• Seguimiento mensual por seis meses durante el puerperio, independientemente de la producción de leche materna y continuar mediciones conforme a resultados e intervalo de edad.</li><li>• En personas recién nacidas, realizar seguimiento a los 28 días y continuar mediciones conforme a</li></ul>



			resultados y grupo de edad.
<b>Acciones Sanitarias</b>			
Categoría V > 70 µg/dL			<ul style="list-style-type: none"><li>• Se debe considerar como urgencia médica y hospitalización.</li><li>• Proporcionarles a las madres, padres o personas tutoras de las personas recién nacidas, menores de 18 años o a las personas a quienes se les tomó la muestra, los resultados por escrito de su CPbS en un periodo no mayor a 30 días naturales posteriores a la colecta de la muestra, junto con información sobre los posibles daños o efectos a la salud que se pueden enfrentar por categoría de CPbS.</li><li>• Proporcionar a la familia información sobre fuentes y rutas de exposición al plomo y fomentar buenos hábitos higiénicos y alimenticios y medidas personales para reducir la exposición y absorción del plomo.</li><li>• Referir el caso al personal médico especialista dentro de las 48 horas siguientes.</li><li>• Elaborar historia clínica, realizar examen físico y evaluar posibles síntomas de toxicidad al plomo.</li><li>• Elaborar una evaluación médica integral por el personal médico especialista, considerando indicadores biológicos de daño, para determinar tipo de atención (manejo de caso).</li><li>• Realizar una evaluación médica integral y neuropsicológica profesional, esta prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) en infantes de 1 mes hasta 5 años 11 meses 29 días, y podrá ser aplicada por el personal de salud capacitado por instituciones y organismos avalados por el Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia (CeNSIA) y el Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIMFG).</li><li>• Solicitar biometría hemática, química sanguínea y evaluar los marcadores del metabolismo del hierro (hierro sérico, ferritina, transferrina o zinc-protoporfirina).</li><li>• Dar seguimiento sobre posibles afectaciones a mediano y largo plazo, para daño renal o neurológico.</li><li>• Prescribir suplementos alimenticios: hierro, calcio y folatos, con base en la evaluación médica integral.</li><li>• Considerar tratamiento farmacológico con agentes quelantes para individuos con sintomatología y signología significativas de intoxicación por plomo. En caso de que se administre tratamiento farmacológico con quelantes, asegurar que no existe una ruta de exposición activa. El tratamiento farmacológico con quelantes lo debe aplicar un personal médico especialista. La aplicación de quelantes requiere protocolo estandarizado, tomando como referencia la Directriz de la OMS para el tratamiento clínico de la exposición al plomo (inciso 10.11) o las que las sustituyan.</li><li>• Determinar la CPbS de los convivientes.</li></ul>



- La autoridad sanitaria gestionará estudios para identificar las posibles fuentes ambientales y rutas de exposición al plomo. En las personas embarazadas y en período de lactancia también se requieren los antecedentes laborales.
- Durante el periodo de gestación no se debe administrar tratamiento quelante, excepto cuando el personal médico especialista tratante bajo estricta valoración determine el uso de fármacos quelantes que hayan demostrado evidencia de no ser embriotóxicos o fetotóxicos.
- Al término de la gestación se deberá valorar por parte de un personal médico especialista la aplicación del tratamiento farmacológico y, en caso necesario, prescribir y vigilar tratamiento con agentes quelantes para reducir las concentraciones de CPbS a niveles dentro del intervalo de la Categoría III.
- Informar a la persona embarazada desde la atención prenatal acerca de la contraindicación de la lactancia y proporcionar alternativas: donación heteróloga de banco de leche humana o sucedáneos con prescripción médica.
- Al identificar las fuentes y rutas de exposición activas, la autoridad sanitaria gestionará las acciones conducentes para su control o eliminación.
- En personas con una ocupación formal o en el mercado laboral informal se requieren los antecedentes laborales.
- En el caso de utensilios domésticos identificados como fuente de exposición, la autoridad sanitaria señalará cuáles son los que se deben eliminar.

#### Seguimiento de las mediciones de la CPbS

Infancias entre 1 mes a 5 años.	Menores entre 5 y 15 años.	Mayores de 15 años con excepción de personas embarazadas y en período de lactancia.	Personas embarazadas y en período de lactancia y personas recién nacidas (0 a 28 días).
• En caso de que se esté dando tratamiento farmacológico, la determinación de la CPbS debe realizarse de acuerdo a lo establecido en el protocolo de quelación.	• En caso de que se esté dando tratamiento farmacológico, la determinación de la CPbS debe realizarse de acuerdo a lo establecido en el protocolo de	• En caso de que se esté dando tratamiento farmacológico, la determinación de la CPbS debe realizarse de acuerdo a lo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere la determinación de la CPbS de la madre o en cordón umbilical al momento del parto y seguimiento a la persona recién nacida.</li><li>• En personas en período de lactancia seguimiento</li></ul>



<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar CPbS cada mes hasta lograr concentraciones dentro del intervalo de la Categoría III.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar CPbS cada mes hasta lograr concentraciones dentro del intervalo de la Categoría III.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vigilar CPbS cada tres meses hasta que se encuentre dentro del intervalo de la Categoría III.</li></ul>	mensual y hasta que termine el periodo de lactancia.
--	--	---	--

## 8. Métodos de prueba.

La toma de muestra y los métodos de prueba para la determinación de la CPbS son los que se indican en el Apéndice A y B, respectivamente, de este proyecto de Norma, los cuales deben ser utilizados por los laboratorios que realicen dicha prueba y emitir los resultados de acuerdo con el Apéndice C, así como notificarlos a la autoridad sanitaria los resultados de las pruebas.

## 9. Concordancia con normas internacionales

Este proyecto de Norma no es equivalente a una Norma Internacional específica, toma como referencia técnica y conceptual guías de organismos internacionales como el CDC (Centers for Disease Control and Prevention, EUA), la AAP (American Academy of Pediatrics) y la Organización Mundial de la Salud.

## 10. Bibliografía

**10.1** Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Lead, August 2020. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp13.pdf>.

**10.2** Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Recommended Actions Based on Blood Lead Level. April 17, 2024 [https://www.cdc.gov/lead-prevention/hcp/clinical-guidance/index.html#cdc\\_generic\\_section\\_2-initial-screening-blood-lead-level](https://www.cdc.gov/lead-prevention/hcp/clinical-guidance/index.html#cdc_generic_section_2-initial-screening-blood-lead-level).

**10.3** CDC. About Childhood Lead Poisoning Prevention. May 23, 2024. <https://www.cdc.gov/lead-prevention/about/index.html>.

**10.4** Figueroa JL, Rodríguez-Aristain A, Bautista-Arredondo LF, Treviño CL, Martínez MR, Valdivia BT, Avalos-Alvarez SV, Sánchez-Morales JE, Fuller R, Bautista-Arredondo S, Téllez-Rojo MM. Loss of cognitive function in Mexican children due to lead exposure and the associated economic costs. Environ Res. 2024; 263(Pt 1):120013. doi: 10.1016/j.envres.2024.120013 .

**10.5** González-Cossío Teresa, PhD; Karen E. Peterson, ScD, RD; Luz-Elena Sanín, MD, MPH; Eugenia Fishbein, BS; Eduardo Palazuelos, MD; Antonio Aro, PHD; Mauricio Hernández-Avila, MD, ScD; and Howard Hu, MD, ScD. Decrease in Birth Weight in Relation to Maternal Bone-Lead Burden. Pediatrics Vo. 100, No. 5 November 1997. doi: 10.1542/peds.100.5.856.



**10.6** Gonzalez-Villalva A, Marcela RL, Nelly LV, Patricia BN, Guadalupe MR, Brenda CT, Maria Eugenia CV, Martha UC, Isabel GP, Fortoul TI. Lead systemic toxicity: A persistent problem for health. *Toxicology*. 2025; 515:154163. doi: 10.1016/j.tox.2025.154163.

**10.7** Instituto nacional de Salud Pública (INSP). Síntesis sobre políticas de salud. Exposición a plomo en México: oportunidades y retos para su control inmediato. [https://insp.mx/assets/documents/webinars/2021/CISP\\_Plomo.pdf](https://insp.mx/assets/documents/webinars/2021/CISP_Plomo.pdf).

**10.8** ISO 15189:2022. Medical laboratories – requirements for quality and competence. Geneva: International Organization for Standardization; 2022 (<https://www.iso.org/standard/76677.html>, accessed 09 september 2025).

**10.9.** ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. Geneva: International Organization for Standardization; 2005 (<https://www.iso.org/standard/66912.html>, accessed 09 september 2025).

**10.10** Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía breve de métodos analíticos para determinar las concentraciones de plomo en la sangre. Segunda edición, 2020 <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/337688/9789240016842-spa.pdf?sequence=1>.

**10.11** OMS. Directriz de la OMS para el tratamiento clínico de la exposición al plomo, 2022. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/352382/9789240045880-spa.pdf?sequence=1>.

**10.12** OMS. Intoxicación por plomo Datos y cifras, 27 de septiembre de 2024. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>.

**10.13** Secretaría de Salud – Centro Nacional para la Salud de la Infancia y la Adolescencia. Manual para la Aplicación de la Prueba de Evaluación del Desarrollo Infantil (EDI) 2a. Edición. 2021. <https://www.gob.mx/salud/censia/articulos/manual-para-la-aplicacion-de-la-prueba-edi>

**10.14** Secretaría de Salud – Consejo de Salubridad General. Protocolos Nacionales de Atención Médica (PRONAM)-Los Primeros 1000 días de vida. <https://pronamsalud.csg.gob.mx/>

**10.15** Secretaría de Salud. Guías Alimentarias Saludables y Sostenibles para la población mexicana 2023. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/863929/Infografia\\_Guias\\_Alimentarias\\_Poblacion\\_16Oct23.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/863929/Infografia_Guias_Alimentarias_Poblacion_16Oct23.pdf)

**10.16** Talayero MJ, Robbins CR, Smith ER, Santos-Burgoa C (2023) The association between lead exposure and crime: A systematic review. *PLOS Glob Public Health* 3(8): e0002177. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002177>.

**10.17** Tellez-Rojo MM, Bautista-Arredondo LF, Trejo-Valdivia B, Tamayo-Ortiz M, Estrada-Sánchez D, Kraiem R, Pantic I, Mercado-García A, Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Fuller R, Cantoral A. Análisis de la distribución nacional de intoxicación por plomo en niños de 1 a 4 años. Implicaciones para la política pública en México. *Salud Pública Mex.* 2020;62:627-63, doi: 10.21149/11155. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/11550/11997>

**10.18** Téllez-Rojo MM, Bautista Arredondo LF, Trejo Valdivia B, Cantoral A, Estrada Sánchez D, Kraiem R, Pantic I, Rosa Parra A, Gómez-Acosta LM, Romero Martínez M, Cuevas-Nasu L, Shamah-Levy T, Fuller R, Tamayo y Ortiz M. Reporte nacional de niveles de plomo en sangre y uso de barro vidriado en población infantil vulnerable. *Salud Pública Mex.* 2019; 61(6):787-797. doi: 10.21149/10555.



**10.19** Téllez-Rojo MM, Bautista Arreondo LF, Cantoral-Preciado A, Peralta N, Figueroa JL, Trejo-Valdivia B. Intoxicación por plomo en población pediátrica. *Salud Pública Mex.* 2024; 66:469-48. doi: 10.21149/15840.

**10.20** Wright JP, Lanphear BP, Dietrich KN, Bolger M, Tully L, Cecil KM, Sacarellos C. Developmental lead exposure and adult criminal behavior: A 30 year prospective birth cohort study. *Neurotoxicol Teratol.* 2021; 85: 106960. doi:10.1016/j.ntt.2021.106960.

## 11. Observancia de la norma

La vigilancia del cumplimiento del presente proyecto de Norma corresponde a la Secretaría de Salud a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y a los gobiernos de las Entidades Federativas en sus respectivos ámbitos de competencia, cuyo personal realizará la verificación y la vigilancia que sean necesarias.

## 12. Procedimiento de evaluación de la conformidad

La Evaluación de la conformidad podrá ser solicitada por el responsable sanitario, el representante legal o la persona que tenga las facultades para ello, ante la autoridad competente o las personas acreditadas y aprobadas para tales efectos.

## 13. Vigencia

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

## TRANSITORIO

**ÚNICO.-** La entrada en vigor del presente proyecto de Norma dejará sin efectos a la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de octubre de 2002 y la Modificación de los numerales 3, 6.1, tabla 1, así como los numerales 1 y 1.1.10, del Apéndice A, de la Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1-2000, Salud ambiental. Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente, publicada el 18 de octubre de 2002, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de agosto de 2017.



HOJA DE FIRMA DEL PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-199-SSA1-2025, SALUD AMBIENTAL. CONCENTRACIONES DE PLOMO EN SANGRE QUE DEFINEN LAS ACCIONES SANITARIAS PARA PROTEGER LA SALUD DE LA POBLACIÓN EXPUESTA NO OCUPACIONALMENTE.

LA COMISIONADA FEDERAL Y PRESIDENTA DEL COMITÉ CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE REGULACIÓN Y FOMENTO SANITARIO

DRA. ARMIDA ZÚÑIGA ESTRADA



## Apéndice A (Normativo)

### Toma de muestra

Para que los resultados de las determinaciones de plomo en sangre sean confiables, la colección y el manejo demuestras son factores importantes que hay que controlar adecuadamente, por lo que la muestra debe ser colectada por punción venosa en un lugar cerrado fuera del área de exposición y con las condiciones de higiene adecuadas para evitar su contaminación.

La sangre humana se debe manejar cuidadosamente considerándola como fuente potencial de enfermedades infectocontagiosas (hepatitis, SIDA, entre otras), por lo cual se deben cumplir las medidas de seguridad e higiene para el manejo y disposición de materiales, sustancias y residuos biológico, infecciosos (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

#### A.1 Material requerido:

Todo el material utilizado en el desarrollo de este método debe ser exclusivo para esta finalidad y no debe ser empleado para otras determinaciones, para disminuir la probabilidad de contaminación por fuentes externas.

**A.1.1** Tubos libres de plomo de 1 mL de capacidad con anticoagulante (para niños menores de 1 año).

**A.1.2** Tubos de extracción de sangre al vacío de 3 a 10 mL de capacidad, que contengan anticoagulante.

**A.1.3** Anticoagulantes en polvo: K<sub>3</sub>EDTA (EDTA al 15%/mL de sangre), Na<sub>2</sub>EDTA (1.5 mg de EDTA/mL de sangre), heparina sódica o de litio (143 unidades USP).

Se recomienda usar EDTA-Tripotásico y disódico debido a que la heparina permite la formación de microcoágulos en muestras almacenadas.

Si la persona sujeta a análisis está bajo tratamiento farmacológico con agentes quelantes, se debe obtener la muestra cinco días después de haber tomado la última dosis.

**A.1.4** Agujas estériles para toma múltiple.

**A.1.5** Adaptador o sujetador de plástico para los tubos al vacío.

**A.1.6** Torniquete o liga de hule flexible.

**A.1.7** Torundas de algodón.

**A.1.8** Alcohol etílico 96°.

**A.1.9** Producto limpiador dermatológicamente probado con eficiencia demostrada para eliminar plomo en piel.

**A.1.10** Recipiente adecuado para el desecho de material con residuos peligrosos, biológico-infecciosos (NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002).

**A.1.11** Recipientes, contenedores térmicos o hieleras con refrigerantes en su interior.

**A.1.12** Etiquetas adhesivas.

**A.1.13** Charola de plástico o acero inoxidable.

**A.1.14** Palangana de plástico o acero inoxidable.

**A.1.15** Gasas estériles.

**A.1.16** Guantes desechables.

**A.1.17** Paño de lino estéril.

**A.1.18** Alcohol isopropílico.



## A.2 Procedimiento

### A.2.1. Para sangre venosa

**A.2.1.1** Lavar perfectamente el sitio de la toma de la muestra (brazo, antebrazo, talón, cara anterior de la muñeca y el área de punción) con agua y algún producto limpiador dermatológicamente probado, que arrastre el plomo, enjuagando con agua desionizada y dejar secar.

**A.2.1.2** Etiquetar e identificar con tinta indeleble cada tubo para la toma de las muestras al menos con la siguiente información: a) nombre de la persona y b) número de clave o código asignado por el laboratorio.

**A.2.1.3** Realizar la punción venosa y tomar la muestra. Obtener al menos 2 mL de sangre en el caso de personas mayores de 1 año y 1 mL en niños menores de un año.

**A.2.1.4** Agitar suavemente por inversión el tubo donde se colectó la muestra, mínimo 20 veces, para mezclar el anticoagulante.

### A.2.2 Para cordón umbilical.

**A.2.2.1** La toma de la muestra en cordón umbilical debe realizarse en los primeros 30 minutos después del parto.

**A.2.2.2** Utilice una charola preparada y reciba la placenta en una palangana del equipo de obstetricia.

**A.2.2.3** Extienda el cordón sobre el borde de la palangana con la pinza de la charola. Limpie con gasas cualquier líquido que exista en el cordón, desde el punto de unión a la placenta, hasta el punto en que cuelga sobre el borde de la palangana.

**A.2.2.4** Coloque un paño de lino estéril bajo el cordón, de tal manera que quede situado bajo todo el cordón umbilical que descansa sobre la palangana.

**A.2.2.5** Frote en una sola dirección, del punto de unión de la placenta al borde de la palangana, el cordón umbilical con una torunda de alcohol isopropílico. Repita este procedimiento con una segunda torunda.

**A.2.2.6** Posteriormente enjuague el cordón umbilical con 10 mL de agua desionizada con una jeringa, teniendo cuidado de rociar del final del cordón (en el borde de la palangana) hacia la placenta.

**A.2.2.7** Limpie el exceso de agua con una gasa estéril, asegurándose de limpiar en una sola dirección, del borde de la palangana hacia la placenta. Cambie de guantes conforme sea necesario.

**A.2.2.8** Etiquetar e identificar con tinta indeleble cada tubo al vacío para la toma de las muestras al menos con la siguiente información: a) nombre de la madre del niño, b) especificar que es sangre del cordón umbilical del producto y c) número de clave o código asignado por el laboratorio.

**A.2.2.9** Realizar la punción utilizando el contenedor del tubo al vacío, inserte una aguja del número 20 en la parte limpia del cordón umbilical. Posteriormente inserte el tubo al vacío y obtenga al menos  $\frac{3}{4}$  partes de sangre de la capacidad del tubo al vacío al tomar la muestra.

**A.2.2.10** Agite suavemente 20 veces el tubo al vacío, permitiendo que el anticoagulante se mezcle con la sangre.



#### A.2.2.11 Método de prueba para la Determinación de la CPbS.

#### A.3 Manejo, Transporte y Almacenamiento:

Cuando las muestras de sangre sean transportadas al laboratorio para su análisis, se deben tener en cuenta las precauciones siguientes:

**A.3.1** Si el tiempo utilizado para su transporte es menor a seis horas deben mantenerse en un intervalo de temperatura de 4 a 25°C, hasta llegar al laboratorio donde serán refrigeradas a una temperatura de 4 a 8 °C para su conservación.

**A.3.2** El análisis de la muestra no será mayor a tres semanas a partir del día de la toma de la muestra.

**A.3.3** Si el tiempo utilizado para su transporte es mayor a 6 horas se debe emplear un recipiente térmico para mantener las muestras a una temperatura de 4 a 8°C mediante refrigerantes.

#### A.4 Criterios de rechazo de muestras

El criterio para el rechazo de muestras es aplicable a:

**A.4.1** Aquellas cuyo volumen sea menor a 2 mL en el caso de personas mayores de un año y 0.50 mL en personas menores de un año.

**A.4.2** Aquellas en las que se sospeche de contaminación debido al manejo inadecuado evidente.

**A.4.3** Muestras coaguladas.

#### A.5. Limpieza del material utilizado para el análisis de las muestras

Todo el material de vidrio, plástico u otro utilizado para el análisis de muestras para la determinación de plomo en sangre, que se use más de una vez, debe someterse a técnicas específicas de limpieza química con el fin de evitar alguna contaminación por plomo y polvo proveniente del medio ambiente.

##### A.5.1 Equipos, Materiales y Reactivos

**A.5.1.1** Instrumental de vidrio, plástico u otros materiales (pipetas, matraces, vasos de precipitado, probetas, tapones, tubos de ensaye, botes de polipropileno y recipientes diversos).

**A.5.1.2** Jabón o solución limpiadora

**A.5.1.3** Solución de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) al 10% grado analítico.

**A.5.1.4** Agua tipo I;  $\geq 10.0 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ .

**A.5.1.5** Estufa para secado de material, ajustada a una temperatura de 70°C.

**A.5.1.6** Recipientes de vidrio o plástico cuyas dimensiones permitan la limpieza segura del instrumental.

**A.5.1.7** Bolsas de plástico nuevas.

**A.5.1.8** Agua libre de los analitos de interés.

**A.5.1.9** Guantes resistentes al ácido nítrico.

##### A.5.2 Procedimiento para el lavado.

**A.5.2.1** Lavar con agua **libre de los analitos de interés** los implementos e instrumental de vidrio, plástico u otros.



**A.5.2.2** Sumergirlos en una solución de detergente catiónico al 2.0%, al menos durante 2 horas.

**A.5.2.3** Enjuagarlos con agua corriente.

**A.5.2.4** Sumergirlos en una solución que contenga ácido nítrico al 10%, se dejan reposar al menos 12 horas.

**A.5.2.5** Enjuagarlo abundantemente con agua tipo I;  $\geq 10.0 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ .

**A.5.2.6** Secarlos perfectamente dejándolos escurrir o en la estufa a una temperatura de 70°C por un tiempo de 2 a 3 horas, a excepción del instrumental calibrado.

**A.5.2.7** Dejarlos enfriar sobre una superficie teniéndolos cubiertos para evitar que se contaminen por fuentes externas.

**A.5.2.8** Guardarlos en bolsas de plástico para evitar la contaminación de cualquier agente externo.



## Apéndice B (Normativo)

### Métodos de prueba para la determinación de plomo en sangre

Los métodos de prueba para la determinación de plomo en sangre son: **B.1** Espectrofotometría de Absorción Atómica con Horno de Grafito, Corrector de Fondo, Modificador de Matriz y Plataforma de L'vov y **B.2** Plasma Inductivamente Acoplado a Espectrometría de Masas (ICP-MS).

Asimismo se podrán utilizar los métodos de prueba para la determinación de plomo en sangre recomendados por la Organización Mundial de la Salud referenciado en el inciso 10.10 de este proyecto de Norma.

Los laboratorios clínicos que analicen las concentraciones de plomo en la sangre podrán aplicar: la ISO 15189:2022 sobre los requisitos de la calidad y la competencia en los laboratorios clínicos, y la ISO/IEC 17025:2017 sobre los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

#### **B.1 ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA CON HORNO DE GRAFITO, CORRECTOR DE FONDO, MUESTREADOR AUTOMÁTICO, MODIFICADOR DE MATRIZ, PLATAFORMA DE L'VOV.**

Este método es adecuado para evaluar el plomo en sangre que tenga concentraciones de este metal hasta 100 µg/dL.

##### **B.1.1 Principio del método.**

A partir de muestras de sangre y estándares de concentración conocida, se obtienen átomos de plomo en estado elemental; se hace pasar a través de éstos un haz de luz de 283.3 nm y se mide la cantidad de luz absorbida, que es proporcional al número de átomos presentes; para ello:

- B.1.1.1** Se acondicionan las muestras de sangre y los estándares con modificador de matriz.
- b)** se colocan en forma individual y automatizada en una plataforma de L'vov de temperatura estable, instalada en un tubo de grafito pirolítico.
- c)** se someten a un tratamiento térmico inducido por resistencia eléctrica.
- d)** se hace pasar a través de la nube atómica obtenida, un haz de luz generado por lámparas específicas de cátodo hueco o de descarga sin electrodo.
- e)** se obtiene la respuesta instrumental de absorbancia integrada, usando un corrector de fondo.
- f)** se compara la absorbancia integrada de muestras y estándares para obtener la concentración de plomo en la sangre estudiada.

##### **B.1.2 Reactivos**

Todas las sustancias químicas deben cumplir con los requerimientos de pureza:

- B.1.2.1** Agua tipo I:  $\geq 10.0 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ .
- B.1.2.2** Ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) ultrapuro.
- B.1.2.3** Fosfato dibásico de amonio ultrapuro ( $(\text{NH}_4)_2 \text{HPO}_4$ ).
- B.1.2.4** Octil-fenoxy-polietoxietanol (Tritón X-100).
- B.1.2.5** Estándar de plomo [1000 µg/mL] con certificado de análisis.
- B.1.2.6** Control de plomo en sangre con certificado de análisis, emitido por un organismo internacional reconocido.



### B.1.3 Material y equipo

B.1.3.1 Espectrofotómetro de absorción atómica equipado con horno de grafito, corrector de fondo y muestreador automático.

B.1.3.2 Lámpara de plomo de cátodo hueco o de descarga sin electrodo.

B.1.3.3 Utilizar argón o nitrógeno como gas de purga, de grado Alta Pureza.

B.1.3.4 Tubos de grafito pirolítico.

B.1.3.5 Plataformas de L'vov.

B.1.3.6 Pipeta volumétrica o probetas de 10 mL.

B.1.3.7 Micropipetas con capacidad de: 20  $\mu\text{L}$  volumen fijo; y de 100  $\mu\text{L}$  y 1000  $\mu\text{L}$  volumen variable.

B.1.3.8 Puntas de plástico para micropipetas.

B.1.3.9 Matraces volumétricos clase A de: 10, 100 y 1000 mL.

B.1.3.10 Copas de muestreo.

B.1.3.11 Guantes para trabajo en el laboratorio.

B.1.3.12 Balanza con capacidad de resolución 0.001 gr.

B.1.3.13 Refrigerador (4 a 8 °C).

### B.1.4 Preparación de la muestra y estándares

**Nota:** Usar siempre agua tipo I:  $\geq 10.0 \text{ M}\Omega \text{ cm}^{-1}$ .

#### B.1.4.1 Solución modificadora de matriz:

En un matraz aforado de 100 mL añadir 0.2 g. de fosfato dibásico de amonio y la cantidad mínima de agua para obtener su disolución; adicionar 0.5 mL de Tritón X-100 y 0.2 mL de ácido nítrico ultrapuro. Mezclar y aforar con agua.

#### B.1.4.2 Solución de lavado para el automuestreador:

Colocar al menos 200 mL de agua en un recipiente de polipropileno de 2 litros previamente lavado.

Agregar al recipiente de polipropileno 10 mL de Tritón X-100 medidos con una probeta o pipeta de 10 mL, agitar hasta disolución.

Lavar 3 veces pipeta volumétrica o la probeta con agua y agregar el agua de lavado al recipiente de polipropileno.

Llenar con agua el recipiente de polipropileno hasta un 90% de su volumen total y agitar para mezclar la solución.

Adicionar el agua faltante según lo permita el nivel de espuma formado (esta solución se prepara según se requiera por el equipo).

#### B.1.4.3 Preparación de Estándares:

##### B.1.4.3.1 Solución patrón de plomo con certificado de análisis [1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ]

De acuerdo con las instrucciones de dilución del fabricante obtener una solución patrón de 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  en ácido nítrico ultrapuro al 5%. La vigencia de esta solución es de un año.

##### B.1.4.3.2 Solución intermedia de plomo [10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ]

En un matraz volumétrico de 100 mL poner 1 mL de solución patrón de plomo [1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ] y 5 mL de ácido nítrico y aforar con agua. La vigencia de esta solución es de un mes.

##### B.1.4.3.3 Soluciones de trabajo



Preparar cada semana los estándares de trabajo de 50, 100, 250, 500 y 750 µg/L (5, 10, 25, 50 y 75 µg/dL) de la siguiente manera:

De la solución intermedia de plomo [10 µg/mL] tomar las siguientes alícuotas, y colocarlas en matraces volumétricos de 10 mL. (Ver cuadro No. 1).

**CUADRO No. 1**

Solución intermedia de plomo [10 µL/mL] µL	HNO <sub>3</sub> µL	Aforo con agua	Concentración de las soluciones de trabajo
50	500	→	50 µg/L ó 5 µg/dL
100	500	→	100 µg/L ó 10 µg/dL
250	500	→	250 µg/L ó 25 µg/dL
500	500	→	500 µg/L ó 50 µg/dL
750	500	→	750 µg/L ó 75 µg/dL

NOTA: Se podrán preparar soluciones de trabajo cuyas concentraciones se encuentren dentro del intervalo de linealidad del método (desde el límite de cuantificación hasta 80 µg/dL de concentración).

#### B.1.4.3.4 Preparación de estándares de calibración y de las muestras:

Preparar los estándares de calibración en las copas de muestreo.

##### B.1.4.3.4.1 Con modificador de matriz.

Preparar los estándares de calibración y las muestras como se describe en el cuadro No. 2, cumpliendo con el intervalo de concentración del cuadro No. 2

**CUADRO No. 2**

	MODIF. MATRIZ (µL)	AGU A (µL)	SOLUCIONES DE TRABAJO					MUESTRA S µL	CC µL
			50 [µg/L]	100 [µg/L]	250 [µg/L]	500 [µg/L]	750 [µg/L]		
BLANCO REACTIVO	900	100	-	-	-	-	-	-	-
ESTANDAR 5 µg/dL	900	-	100µL	-	-	-	-	-	-
ESTANDAR 10 µg/dL	900	-	-	100µL	-	-	-	-	-
ESTANDAR 25 µg/dL	900	-	-	-	100µL	-	-	-	-
ESTANDAR 50 µg/dL	900	-	-	-	-	100µL	-	-	-
ESTANDAR 75 µg/dL	900	-	-	-	-	-	100µL	-	-
MUESTRAS	900	-	-	-	-	-	-	100	-



*CC	900	-	-	-	-	-	-	-	-	100
-----	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	-----

\*CC (Control de plomo en sangre con certificado de análisis).

#### B.1.4.3.4.2 Con adición de estándar

Preparar los estándares de calibración y las muestras como se describe en el cuadro número 3. Usar como sangre base una muestra previamente preparada y analizada según el inciso B.1.5 y cuyo contenido de plomo sea  $\leq 10.0 \mu\text{g/dL}$ .

Homogeneizar la muestra de sangre con agitación suave y adicionar la alícuota como se señala en el cuadro 3, enjuagar y mezclar mediante bombeo repetido con la micropipeta, utilizando la punta como agitador para eliminar de ésta toda traza de sangre.

**CUADRO No. 3**

	MODIF. MATRIZ ( $\mu\text{L}$ )	AGUA ( $\mu\text{L}$ )	SOLUCIONES DE TRABAJO					SANGRE BASE	MUESTRAS $\mu\text{L}$	CC $\mu\text{L}$
			50 [ $\mu\text{g/L}$ ] ]	100 [ $\mu\text{g/L}$ ] ]	250 [ $\mu\text{g/L}$ ] ]	500 [ $\mu\text{g/L}$ ] ]	750 [ $\mu\text{g/L}$ ] ]			
BLANCO REACTIV O	800	100	-	-	-	-	-	100	-	-
ESTANDA R 5 $\mu\text{g/dL}$	800	-	100 $\mu$ L	-	-	-	-	100	-	-
ESTANDA R 10 $\mu\text{g/dL}$	800	-	-	100 $\mu$ L	-	-	-	100	-	-
ESTANDA R 25 $\mu\text{g/dL}$	800	-	-	-	100 $\mu$ L	-	-	100	-	-
ESTANDA R 50 $\mu\text{g/dL}$	800	-	-	-	-	100 $\mu$ L	-	100	-	-
ESTANDA R 75 $\mu\text{g/dL}$	800	-	-	-	-	-	100 $\mu$ L	-	100	-
MUESTRA S	900	-	-	-	-	-	-	-	100	-
*CC	800	-	-	-	-	-	-	-	-	100

\*CC (Control de plomo en sangre con certificado de análisis).

#### B.1.5 Procedimiento

**B.1.5.1** El área de preparación y análisis de las muestras debe ser aislado, estar limpia y libre de polvo.

**B.1.5.2** Los parámetros instrumentales son los siguientes:



Longitud de onda: 283.3 nm.

Tipo de señal: absorbancia integrada.

Medición de la señal: área del pico.

Ancho debanda: de acuerdo con las especificaciones de cada instrumento.

Los parámetros como las temperaturas y los tiempos de: secado, calcinado y atomizado del horno de grafito se establecen a partir de las especificaciones de operación y se optimizan en cada laboratorio.

#### **B.1.5.3 Gráfica de calibración**

Elaborar una gráfica de absorbancia integrada vs concentración con estándares acuosos de plomo o una gráfica de calibración con adición de estandar, debiendo obtener un coeficiente de correlación  $r \geq 0.995$ .

Analizar los controles de plomo en sangre con certificado de análisis, en caso de que algún valor esté fuera del intervalo certificado volver a preparar la gráfica de calibración.

#### **B.1.5.4 Análisis de la muestra**

Analizar las muestras, usando la longitud de onda de 283.3 nm y corrector de fondo.

El análisis se realiza por duplicado, tomando 20 mL de muestra.

#### **B.1.5.5 Control de calidad**

Analizar el control de plomo en sangre con certificado de análisis cada 20 muestras leídas, para comprobar la calidad de los resultados.

En caso de que la lectura del control de plomo en sangre esté fuera del intervalo certificado, recalibrar y repetir las lecturas del último lote de muestras.

Cuando alguna muestra excede el intervalo lineal definido con esta gráfica, se analizará nuevamente, realizando una dilución 1:20 de la siguiente manera: 100  $\mu$ L de sangre más 1900  $\mu$ L de modificador de matriz.

#### **B.1.5.6 Expresión de los resultados**

Para calcular la concentración de plomo de muestras, se interpola el valor de absorbancia integrada en la gráfica de calibración.

Para muestras que se han diluido considerar el factor de dilución.

La concentración de plomo en las muestras se reporta en  $\mu\text{g}/\text{dL}$ , con una cifra decimal.

#### **B.1.5.7 Límite de detección**

Límite de detección 0.1  $\mu\text{g}$  de plomo/dL de sangre.

#### **B.1.5.8 Linealidad**

Desde el límite de cuantificación establecido para las condiciones específicas de operación hasta 100  $\mu\text{g}$  de plomo/dL de sangre.

#### **B.1.5.9 Precisión**

Coeficiente de variación  $\leq 10\%$ .

## **B.2 PLASMA INDUCTIVAMENTE ACOPLADO A ESPECTROMETRÍA DE MASAS (ICP-MS)**

#### **B.2.1 Principio del método**

La medición de plomo en sangre mediante la técnica de Plasma inductivamente acoplado a Espectrometría de masas (ICP-MS) consta de las siguientes etapas:



**B.2.1.1** Introducción de una disolución de medida en un plasma de radiofrecuencia (por ejemplo, por nebulización neumática) en donde los procesos de transferencia de energía desde el plasma provocan la desolvatación, descomposición, atomización e ionización de los elementos.

**B.2.1.2** Extracción de los iones del plasma a través de una interfase de vacío con bombeo diferencial, con óptica iónica integrada y separación en función de su relación masa/carga en un espectrómetro de masas (por ejemplo, un espectrómetro de masas de cuadrupolo).

**B.2.1.3** Transmisión de los iones a través de una unidad separadora de masas (por ejemplo, un cuadrupolo) y detección, normalmente por un electromultiplicador de dinodos continuo (Cuadro No. 4):

**Cuadro No. 4. Límite de cuantificación dependiendo del isótopo utilizado.**

Elemento	Isótopo utilizado generalmente	Límite de cuantificación $\mu\text{g/L}^*$
Pb	206Pb <sup>a</sup>	0.2
	207Pb <sup>a</sup>	0.2
	208Pb <sup>a</sup>	0.1

\*Dependiendo de la instrumentación pueden conseguirse límites significativamente inferiores.

**B.2.1.4** Procesamiento de la información de los iones por medio de un sistema de tratamiento de datos.

**B.2.1.5** Medición cuantitativa después de la calibración con disoluciones apropiadas. La relación entre la intensidad de la señal y la concentración de masa tiene carácter lineal en un intervalo amplio (usualmente de varios órdenes de magnitud).

## **B.2.2 Reactivos**

**B.2.2.1** Agua desionizada 18.2 MΩ-cm

**B.2.2.2** Estándar de plomo certificado con concentración de 10 mg/L

**B.2.2.3** HNO<sub>3</sub> (65%) suprapuro

**B.2.2.4** Peróxido de hidrógeno 30% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

**B.2.2.5** Estándares de referencia de sangre total

**B.2.2.6** Agua MilliQ pura Tipo I

**B.2.2.7** Gas argón de ultra alta pureza

**B.2.2.8** Alcohol

## **B.2.3 Material**

**B.2.3.1** Cubrebocas/Respirador

**B.2.3.2** Guantes de látex/nitrilo

**B.2.3.3** Lentes de seguridad

**B.2.3.4** Matraz aforado de 10 mL

**B.2.3.5** Matraz aforado de 100 mL



#### B.2.3.6 Pipetas semiautomáticas volumen variado

#### B.2.3.7 Tubos cónicos de polipropileno de 15 y 50 mL

B.2.3.8 Tubos de teflón cerrados para usarse en horno de microondas bajo presión controlada

#### B.2.4 Equipo

##### B.2.4.1 Vortex

##### B.2.4.2 Digestor con irradiación de microondas

##### B.2.4.3 ICP-MS

#### B.2.5 Preparación del equipo

Preparación de solución stock de plomo de 100 ppb ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )

B.2.5.1 Diluir 1:100 el estándar de plomo de 10 mg/L, para obtener una concentración de 100  $\mu\text{g}/\text{L}$ . Con ayuda de una micropipeta tomar 100  $\mu\text{L}$  del estándar de plomo de 10mg/L y llevar a volumen de 10 mL con ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) al 0.1%, usando un matraz volumétrico de 10 mL. Agitar vigorosamente.

B.2.5.2 Las soluciones del grafico de calibración se llevan a volumen de aforo con 0.05%  $\text{HNO}_3$ , para preparar 100 mL, pipetear 100  $\mu\text{L}$  de  $\text{HNO}_3$  (65%) y aforar a 100 mL con agua desionizada.

#### B.2.6 Calibración del equipo

Puntos del gráfico de calibración

B.2.6.1 Preparar los puntos del gráfico de calibración (8 puntos, aunque de acuerdo con las concentraciones de las muestras podrían eliminarse algunas concentraciones, el grafico que deberá contener al menos 5 puntos para realizar el análisis) de acuerdo con el Cuadro No. 5:

Cuadro No. 5. Preparación de la gráfica de calibración.

Concentración de Pb ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )	$\mu\text{L}$ solución stock de 100 $\mu\text{g}/\text{L}$	Volumen final (mL)
50.0	2,500	5
25.0	1,250	5
10.0	500	5
5.0	250	5
<b>Realizar dilución 1:10</b>		
1.0	500 $\mu\text{L}$ del punto 10 $\mu\text{g}/\text{L}$	5
0.5	500 $\mu\text{L}$ del punto 5 $\mu\text{g}/\text{L}$	5
<b>Realizar dilución 1:10</b>		
0.1	500 $\mu\text{L}$ del punto 0.1 $\mu\text{g}/\text{L}$	5
0.05	500 $\mu\text{L}$ del punto 0.5 $\mu\text{g}/\text{L}$	5
0.0	-	5



## B.2.7 Pretratamiento de la muestra de sangre con digestión ácida con irradiación con microondas

**B.2.7.1** Las muestras de sangre son introducidas junto con el ácido y el peróxido de hidrógeno en vasos de teflón los cuales están en un sistema cerrado. Los vasos se calientan a temperaturas de aproximadamente 200 °C producto de la radiación del microondas lo que provoca una degradación de la muestra eliminando la matriz interferente gracias a la interacción iónica de las moléculas.

**B.2.7.2** Se toma 1 mL de sangre (previamente equilibrada a temperatura ambiente y homogenizada) y se realiza una disolución de 1:10 con 5 mL de ácido nítrico al 65%, 500 µL de peróxido de hidrógeno al 30% y 4 mL de agua desionizada 18.2 ΩmM en el vaso de teflón. Posteriormente, se deja reposar la mezcla por 30 minutos en la campana de extracción (con el vaso de teflón cerrado). Finalizado el tiempo, se procede a realizar los siguientes ciclos de digestión ácida en el horno de microondas (Cuadro No. 6).

Cuadro No. 6. Ciclos de digestión de las muestras.

	Tiempo (minutos)	Energía (W)	Temperatura 1 (°C)	Temperatura 2 (°C)	Presión (bar)
1	10	1000	90	75	25
2	60	1000	150	105	25
3	25	1000	150	105	25

**B.2.7.3** Una vez finalizados los ciclos, los vasos de teflón se sacan, se dejan reposar en la campana de extracción aproximadamente 40 minutos y después la muestra digerida se almacena en tubos cónicos de 15 mL estériles y se verifica si se cumplen los criterios de una buena digestión (incolora, transparente y sin sólidos aparentes). Este mismo procedimiento es aplicado para los estándares de referencia de sangre y la gráfica de calibración.

## B.2.8 Cuantificación de las muestras de sangre

**B.2.8.1** Previo a la cuantificación, se debe realizar la optimización y verificación de los parámetros del ICP-MS con la solución *setup* de acuerdo con las especificaciones sugeridas por el fabricante. Una vez optimizado el equipo, se realiza la cuantificación de la gráfica de calibración (previamente digerida) preparada con las siguientes concentraciones: 0, 5, 10, 25 y 50 µg/L. Seguidamente, se procede a cuantificar los estándares de referencia de sangre (previamente digeridos) como control de calidad, en donde se calcula el porcentaje de recuperación y coeficiente de variación.

**B.2.8.2** Se cuantifica por duplicado la muestra digerida de sangre en donde se obtienen las concentraciones en ng/mL o µg/L, donde 10 µg/L representa 1 µg/dL. Las muestras de sangre digeridas son agitadas con vortex, una vez eliminadas las burbujas que se puedan formar por la agitación, se toma 1 mL de la alícuota correspondiente y se afora a 10 mL con la solución de HNO<sub>3</sub> al 0.1 %.

**B.2.8.2.1** Se deberá preparar al menos una muestra representativa de 2 mL.



**B.2.8.2.2** Tanto las muestras controles, estándar y patrones de referencia se deben preparan de la misma manera y las muestras de sangre de referencia deben cumplir con los criterios de control y garantía de la calidad analítica.

**B.2.9** Expresión de resultados

Los resultados de los análisis deben expresarse en  $\mu\text{g/dL}$  con una cifra decimal.



**APÉNDICE C (Normativo)**  
**Informe de resultados de laboratorio.**

El informe de resultados de laboratorio debe estar foliado y tener los siguientes datos:

**C.1.** Identificación del laboratorio aprobado: Nombre o razón social Domicilio Número de aprobación Firma del signatario

**C.2.** Identificación del cliente: Nombre o razón social de la persona física o moral que solicita realizar las pruebas de laboratorio. Domicilio.

**C.3.** Identificación de la muestra: Tipo de prueba que se realizó Método utilizado Fecha de toma Fecha de recepción Fecha de análisis Fecha de emisión del informe de resultados Resultado de análisis Unidades en mg/dL Número de clave o código asignado por el laboratorio Valores de referencia del estándar certificado para el control de calidad.

**C.4.** Identificación de la persona, nombre, sexo y edad.



**APÉNDICE D (Normativo)**  
**Cuestionario de Exposición al Plomo**

**FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE**

Folio:	Día	Mes	Año
Fecha de aplicación:			
Expediente:			

**1. DATOS GENERALES DEL INFANTE O DE LA PERSONA EMBARAZADA**

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Para sexo femenino: \_\_\_\_\_ ¿está embarazada? \_\_\_\_\_

Años 1. Masculino 1. Sí Semanas de gestación  
Meses 2. Femenino 2. No

Nombre: \_\_\_\_\_

Apellido paterno \_\_\_\_\_ Apellido materno \_\_\_\_\_ Nombre(s) \_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Día

Mes

Año

Nombre de la persona entrevistada: \_\_\_\_\_

Parentesco con el infante: \_\_\_\_\_

**IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA EXPOSICIÓN A PLOMO**

	Sí	No	No sabe o no está segura/o
1. ¿Utiliza ollas, jarros, salseras, platos o trastes de barro vidriado para cocinar, calentar, servir o guardar alimentos o bebidas, parecidos o como los que se muestran en las fotos? (Mostrar imágenes #1)			
2. ¿Cerca de su vivienda hay o hubo alguna de las siguientes empresas o actividades? • Recicladoras de chatarra, equipo • Fundidora de plomo			



eléctrico o electrónico	• Taller de alfarería		
• Minera/residuos mineros	• Metalúrgica		
• Basurero			
3. ¿En su hogar almacena baterías, aparatos electrónicos o eléctricos viejos?			
4. ¿Su casa tiene tubería de plomo o de cobre con soldadura con plomo?			
5. ¿El agua que utiliza en casa para su consumo (cocinar, beber, etc.) tiene un sabor dulce?			
6. ¿Cuándo abre la llave del agua por primera vez en el día, usa el primer chorro para cocinar o beber?			
7. ¿Usted o el infante suele(n) rascar, chupar, morder, masticar o comer pedacitos de superficies pintadas o barnizadas, pedazos de loza de barro, tierra, gises, plastilinas, lápices, crayolas o juguetes?			
8. ¿Usted o el infante consumen alguno de los siguientes dulces de tamarindo/chile o de sal/limón/chile, chocolates o paletas? (Mostrar imágenes #2)	• Paletas tipo rockaleta diablo o con chamoy	• Tamarindo enchilado	
	• Huevitos de chocolate confitados	• Paletas con centro de chicloso	
9. ¿Usted o el infante consume(n) remedios tradicionales con greta, azarcón o María Luisa? (Mostrar imágenes #3)			
10. ¿Usted o el infante usan cosméticos como "kohl", "kajal", "surma", "ceruse"? (Mostrar imágenes #4)			
11. ¿Usted o el infante o algún miembro de su casa ha(n) sido diagnosticado(s) o tratados por intoxicación por plomo?			
12. ¿Usted o algún miembro de su casa trabaja en alguno de estos oficios o lugares? (Marcar con una X en todos los que apliquen)			
• Taller de alfarería			
• Taller o fábrica de herrería			
• Fábrica de pinturas/barnices/esmaltes			
• Fundidora de plomo			
• Taller o fábrica de vitrales o vidriera (vidrio soplado)			
• Imprenta			
• Reciclaje de baterías, pilas, metales o aparatos electrónicos/eléctricos			
• Pepenador de residuos o basura			
• Incinerador de basura			
• Taller de radiadores			
• Empresa o actividad minera			

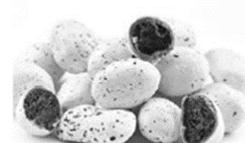


• Taller o fábrica de cerámica			
• Fábrica de balas			
13. ¿Usted o algún miembro de su casa se dedica alguno de estos oficios? (Marcar con una X en todos los que apliquen)			
• Pintor o barnizador			
• Soldador			
• Recolector de residuos o basura			
• Plomero			
• Minero			
• Pescador (pesca)/cazador			
• Electricista de alta tensión			
• Pavimentador de calles			
• Mecánico			
• Trabajador(a) de la construcción			
Comentarios y observaciones:			

#1. Imágenes de loza de barro vidriado



#2. Imágenes de dulces



Paletas o dulces con chile, sal, limón, chamoy, tamarindo

Huevitos de chocolate confitados

#3. Imágenes de remedios tradicionales: azarcón y greta

Azarcón



Greta





#4. Imágenes de lápices delineadores de ojos

			
"kohl"	"kajal"		"surma"