



Análisis de Impacto Normativo para la definición del contenido de plomo en pinturas

Subdirección de Salud Ambiental y Cambio
Climático
Dirección de Determinantes Sociales,
Promoción y Prevención

Septiembre de 2026
Versión 2





MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL

ANA MARIA VESGA GAVIRIA

Ministra de Salud y Protección Social

DIANA JULIETA DIAZ CASTELLANOS

Viceministra de Salud Pública y Atención Primaria (E)

JENNIFER MILENA LEÓN HIDALGO

Secretaria General (e)

DIANA JULIETA DIAZ CASTELLANOS

Directora de Determinantes Sociales, Promoción y Prevención

DIEGO MORENO HEREDIA

Subdirector de Salud Ambiental y Cambio Climático (e)



Profesional Responsable Documento técnico:

ANDREA PATRICIA SOLER

Coordinadora - Profesional Especializada – Grupo Desarrollo y Salud
Subdirección de Salud Ambiental

AGRADECIMIENTOS

Este documento se construyó con aportes de:

Grupo de Estudios Sectoriales y Evaluación de Políticas Públicas de la OAPES-MSPS
Los estudiantes de la Maestría en Economía de las Políticas Públicas de la Universidad del
Rosario -Grupo Capston: Juan Diego Mayorga, María Alejandra Pava, Sandra Margarita
Rincón y Catalina Zapata Flórez
Paula Andrea Cárdenas Ruiz
Ruth Marcela Avendaño
Lead Exposure Elimination Project - LEEP

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	- 3 -
1.1. Antecedentes	- 4 -
1.2. Contexto	- 5 -
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	- 9 -
2.1. Árbol de problemas	- 9 -
2.2. Descripción del problema	- 10 -
3. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS	- 13 -
3.1. Árbol de objetivos	- 13 -
3.2. Descripción de los objetivos	- 14 -
4. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN	- 17 -
5. METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS - ANÁLISIS - ECONÓMICO DEL AIN	- 18 -
5.1. Evaluación de Alternativas	- 20 -
5.1.1 Introducción	- 20 -
5.1.2. Fuentes de Información y Datos	- 23 -
Empresas	- 23 -
Niños	- 26 -
Afectaciones sociales	- 28 -
Afectaciones en salud	- 29 -
Otras fuentes	- 31 -
5.2. Justificación de la Metodología	- 31 -
5.2.1. Árbol de Decisión	- 31 -
5.2.2. Estructura del árbol	- 33 -
5.2.3. Supuestos del árbol de decisión	- 36 -
5.2.4. Beneficios de las alternativas	- 38 -
5.2.5. Costos de las Alternativas	- 39 -
5.3. Resultados	- 44 -
5.4. Conclusiones del Análisis Económico	- 54 -
Anexos	- 60 -
6. ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA	- 67 -
6.1. Justificación	- 68 -
6.2. Recomendaciones	- 68 -
7. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO	- 71 -
7.1. Implementación y cumplimiento	- 71 -
7.2. Monitoreo	- 71 -



8.	CONSULTA PÚBLICA	- 73 -
9.	REFERENCIAS.....	- 74 -

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Árbol de problemas.

Gráfico 2. Árbol de objetivos.



Lista de Abreviaturas

AIN	Análisis de Impacto Normativo
BANREP	Banco de la República
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CIIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CNPML	Centro Nacional de Producción Más Limpia
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EAM	Encuesta Anual Manufacturera
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético
GAHP	<i>Global Alliance on health and pollution</i>
GEIH	Gran Encuesta Integrada de Hogares
GPC	Guías de Práctica Clínica
IETS	Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud
IPP	Índice de Precios de Productor
LEEP	<i>Lead Exposure Elimination Project</i>
OMS	Organización Mundial de la Salud
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PPM	Partes por Millón
RIPS	Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SISMED	Sistema de Información de Precios de Medicamentos
SISPRO	Sistema Integrado de Información de la Protección Social
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
UPC	Unidad de pago por capitación
VPN	Valor Presente Neto
VUCE	Ventanilla Única de Comercio Exterior



1. INTRODUCCIÓN

La producción normativa ocupa un espacio central en la implementación de políticas públicas, siendo el medio a través del cual se estructuran los instrumentos jurídicos que materializarán gran parte de las decisiones del Estado. Por ello, el Análisis de Impacto Normativo (AIN), según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), es un enfoque sistémico para la evaluación crítica de los efectos positivos y negativos de las regulaciones propuestas y existentes y las alternativas no reglamentarias. Por lo tanto, el AIN es un instrumento que sirve de apoyo en el proceso de toma de decisiones de políticas públicas, pero no las sustituye. Así mismo, es una herramienta pública que permite que las decisiones gubernamentales y los respectivos instrumentos regulatorios en que éstas se plasman, sean más transparentes y racionales.

En este sentido, el documento CONPES 3816 de 2014 estableció los lineamientos de la política de mejora normativa. A su vez, las disposiciones incorporadas por el Decreto 1595 de 2015 al Decreto 1074 de 2015 regulan la elaboración del Análisis de Impacto Normativo —AIN— como parte del proceso de diseño y expedición de reglamentos técnicos por las autoridades con competencias regulatorias.

En atención a lo anterior, el Ministerio de Salud y Protección Social elaboró el presente Análisis de Impacto Normativo con el propósito de evaluar las alternativas de intervención frente a los riesgos para la salud derivados de la exposición al plomo contenido en pinturas y determinar la pertinencia de expedir el reglamento técnico previsto en la Ley 2041 de 2020, especialmente para proteger a los niños, las mujeres gestantes y demás poblaciones expuestas.

Así las cosas, es preciso mencionar que el presente documento se constituye en una herramienta a través de la cual el Gobierno Nacional, y particularmente el Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud), y otros actores identificados, podrán evaluar y decidir con base en evidencia, si corresponde, tomar cualquier otra alternativa de solución relacionada con la problemática identificada o expedir un reglamento técnico.

De tal manera que el presente Análisis de Impacto Normativo tendrá en cuenta la información recopilada por el equipo de trabajo, que darán los elementos necesarios para poder establecer las causas del problema, definir el mismo con claridad, evaluar alternativas y plantear conclusiones y recomendaciones.



1.1. Antecedentes

El Título X de la Ley 9 de 1979, Por el cual se dictan Medidas Sanitarias establece normas sobre artículos de uso doméstico necesarias para la prevención de efectos adversos para la salud, a las cuales están sujetos los importadores, fabricantes, transportadores y comerciantes de dichos artículos.

Así mismo, en el literal b) del artículo 550 de la precitada ley, se considera dentro de artículos de uso doméstico: *"Los productos para el recubrimiento de superficies de edificaciones, materiales u objetos domésticos como pinturas, lacas, barnices, tintes, bases para pintura y similares"* (base agua o aceite).

Por otra parte, la necesidad de reglamentación de límites permisibles de plomo en pinturas obedece a los efectos adversos sobre la salud de esta sustancia neurotóxica.

De esa manera lo ha considerado la OCDE en la Decisión C(96) 42 – *"Declaration on Risk Reduction for Lead (1996)"*, que insta a los países miembros a reducir el riesgo de exposición al plomo, por diferentes vías (alimentos, agua, aire, ambiente de trabajo, etc.); a fortalecer los sistemas de monitoreo de los niveles de plomo en el ambiente y en poblaciones vulnerables; a promover programas de reciclaje ambientalmente adecuado de plomo y de productos con plomo. Todo esto, con el fin de reducir las emisiones de este metal a partir de los residuos, a impulsar a las industrias de producción y uso del plomo a que utilicen sus conocimientos para lograr una mejor gestión del riesgo y a que compartan sus experiencias con los países miembros y no miembros de la OCDE.

En el mismo sentido, el Congreso de la República promulgó la Ley 2041 del 27 de julio de 2020 "Por medio de la cual se garantiza el derecho de las personas a desarrollarse física e intelectualmente en un ambiente libre de plomo, fijando límites para su contenido en productos comercializados en el país y se dictan otras disposiciones". Esta ley, propende además por el beneficio en la salud de los colombianos en general, pero en especial de aquellas poblaciones más vulnerables como son los niños, niñas, adolescentes y mujeres embarazadas.

Esta ley establece la prohibición de fabricación, importación o comercialización de los productos allí señalados, que contengan plomo por encima de los valores límites fijados en las reglamentaciones correspondientes, incluidas las pinturas arquitectónicas. En el párrafo transitorio del artículo 9 de dicha ley, se estableció un límite permisible de 90 ppm de plomo en pinturas arquitectónicas, también llamadas de uso decorativo o del hogar y obra. Del mismo modo, ordena la elaboración del Análisis de Impacto Normativo a que haya lugar y la expedición del Reglamento Técnico correspondiente con el propósito de fijar los límites máximos de plomo, en este caso, para pinturas.



Actualmente se cuenta con normas de tipo voluntario que consideran límites máximos para algunos metales, dentro de estas se encuentran:

- NTC 1335/2015 - PINTURAS AL AGUA TIPO EMULSIÓN: Máximo en sumatoria de 100 ppm (0,01 % m/m), para plomo, cromo, cadmio, mercurio, y arsénico.
- NTC 5828/2017 - PINTURAS AL AGUA TIPO EMULSIÓN PARA USO EXTERIOR DE ALTA RESISTENCIA: Máximo en sumatoria de 100 ppm (0,01 % m/m), para plomo, cromo, cadmio, mercurio, arsénico, bario (salvo el sulfato de bario), selenio y antimonio.
- NTC 6325/2020: ESMALTES DECORATIVOS PARA USO ARQUITECTÓNICO. Contenido total de plomo o sus compuestos máximos 90 ppm (0,009% m/m) en base seca.
- NTC 6018/2013: Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano. Criterios ambientales para pinturas y materiales de recubrimiento.

1.2. Contexto

El plomo, así como sus compuestos, se pueden encontrar en diversos productos como pinturas, pigmentos, tuberías, fertilizantes, baterías, sopletes, remedios tradicionales, entre otros, y, consecuentemente puede representar un riesgo de exposición en los lugares donde estos se producen, se utilizan o reciclan.

Las diversas fuentes por las cuales puede ocurrir exposición a plomo se clasifican generalmente en tres grandes grupos: ambiental, ocupacional y otras (donde se exponen algunas fuentes exóticas). Dentro de las fuentes ambientales se incluyen el uso persistente de pinturas con plomo, el suelo, el polvo (especialmente en algunos domicilios o escuelas con pinturas deterioradas) y entre la categoría de otras se pueden mencionar, por ejemplo: acabados de muebles, restauración, remodelaciones del hogar, pigmentos artísticos finos, entre otros.

El plomo no desempeña ninguna función biológica en el cuerpo. Se acumula en el organismo y afecta prácticamente a todos sus sistemas y órganos. El plomo es una sustancia tóxica multisistémica que representa graves riesgos para la salud y el desarrollo humano, siendo los niños un grupo especialmente vulnerable. Esto, ya que, durante su desarrollo, el sistema nervioso es vulnerable a los efectos tóxicos del plomo, incluso a niveles de exposición que no entrañan síntomas o signos evidentes (OMS, 2020a).

La concentración de plomo en sangre conocida como plumbemia hace referencia a la cantidad del metal que se puede encontrar en una muestra de sangre y es el biomarcador de mayor utilidad para evaluar la exposición por este metal. El plomo puede causar daños permanentes en el cerebro y al sistema nervioso, lo que puede



resultar en encefalopatía, en pérdida de habilidades del desarrollo, un menor coeficiente intelectual y un incremento de problemas de conducta. También puede causar anemia, aumentar el riesgo de daño renal, generar hipertensión, perjudicar la función reproductiva y generar problemas gastrointestinales. Niños y mujeres embarazadas (cuyo feto en desarrollo se encuentre expuesto) son especialmente vulnerables a los efectos adversos del plomo (OMS, 2020a; PNUMA, 2019).

La pintura es una mezcla formulada a base de resinas, pigmentos, rellenos, disolventes y otros aditivos. Históricamente, compuestos de plomo se han añadido intencionalmente a las pinturas decorativas e industriales a base de aceite y a otros recubrimientos para darle ciertas propiedades como mejorar el color, reducir la corrosión en las superficies metálicas o reducir el tiempo de secado. El contenido en plomo de una pintura puede oscilar entre menos de 90 ppm (90 mg/kg) y más de 100.000 ppm (100.000 mg/kg) (OMS, 2020a).

Según el estudio realizado por la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM) de la Cámara de Comercio de Bogotá y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente) en 2017, señalaron que *"los compuestos de plomo que con mayor frecuencia se agregan a las pinturas son los pigmentos, los cuales son los responsables de asignar color a las pinturas. En el caso particular de los esmaltes, además, pueden agregarse compuestos de plomo en los aditivos secantes, también llamados agentes secantes o catalizadores"* (CNPML, 2020).

Tras la aplicación de la pintura con plomo, esta se convierte en una fuente potencial de exposición. La pintura intacta no representa un riesgo. Sin embargo, en la medida que esta envejece y se deteriora, ya sea por el desgaste natural o por influencia del clima, se fragmenta y descascara, lo que libera partículas de plomo en forma de polvo o escamas dentro y alrededor de los hogares, escuelas y otros lugares, contaminando el entorno. La pintura decorativa de uso doméstico ha sido identificada como la principal fuente de exposición de los niños al plomo.

La tierra y el polvo contaminados con plomo son fácilmente ingeridos y absorbidos, especialmente por niños pequeños cuando juegan en el suelo o al aire libre y ponen sus manos u objetos en sus bocas; incluso algunos niños arrancan compulsivamente esos pequeños fragmentos de las superficies pintadas y se los comen. Los niños y los adultos pueden estar expuestos al plomo contenido en los desperdicios de pintura y en el polvo generado durante la eliminación de pintura vieja con plomo (PNUMA, 2019).

La exploración habitual de los niños los hace más propensos a llevar objetos contaminados o escamas de pintura contaminada con plomo a la boca. Por esta razón, aunque el plomo puede ser absorbido por diversas vías, en los niños la vía oral es la más importante. El intestino absorbe hasta un 50% más de plomo (entre cuatro y cinco veces más que un adulto) (Minsalud, 2019).



La fabricación y venta de pinturas con plomo aún están permitidas en más del 60% de los países, lo que supone una fuente constante y futura de exposición de los niños y los trabajadores al plomo (OMS, 2021). En 2023, un total de 94 países contaban con regulaciones legalmente vinculantes sobre el uso de plomo en pinturas (WHO 2022 – Map creation Date: 28 January 2022).

Más de 100 estudios realizados desde el 2009 evidencian que en países de medianos y bajos ingresos se continúa vendiendo pinturas con elevados contenidos de plomo. Estos estudios evidencian concentraciones de plomo que pueden alcanzar niveles superiores a las 10.000 ppm. (PNUMA, 2019).

El estudio: Diagnóstico de Productos con Plomo en Colombia (recopilación del MSPS 2025) indica que *“En estudios realizados en Estados Unidos se encontró que los niños, especialmente los menores de 12 años, son los más vulnerables a la exposición al plomo proveniente de fuentes como pinturas deterioradas, reciclaje informal de baterías, emisiones industriales, juguetes contaminados y utensilios de cocina fabricados con metales reciclados. Estos factores, agravados por la pobreza y la falta de regulación, aumentan el riesgo de intoxicación infantil y sus efectos neurológicos a largo plazo (MEYER et al., 2008) (Fellows et al., 2022) (Fellows et al., 2025).”*

En Colombia, de acuerdo con el estudio realizado por Minambiente y CAEM en 2017, se encontró que el 77,6% de los esmaltes analizados y el 35% de los vinilos analizados (pinturas al agua tipo emulsión), superan las 90ppm de plomo (CNPML, 2020).

Por su parte, en un estudio realizado por IPEN y Colnodo, en el cual se analizaron 39 tarros de pintura base aceite, de 11 fabricantes colombianos, se evidenció que el 64% de las pinturas analizadas (25 pinturas) tienen una concentración de plomo superior a 600ppm. El 59% de las pinturas analizadas (23 pinturas) superaban las 10.000ppm. Sin embargo, el estudio también señala que 10 de las 39 pinturas analizadas (26%) tienen una concentración de plomo inferior a las 90 ppm, lo cual evidencia que se cuenta con un mercado o proveedores de materias primas libres de plomo, así como con la tecnología para producirlas (Colnodo, IPEN, 2016).

Entre los meses de julio y octubre del 2025, *Lead Exposure Elimination Project* (LEEP) junto con el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (MinSalud) condujeron un estudio para determinar el contenido de plomo principalmente en pinturas base de aceite (solvente) de las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali.

El estudio demostró que 45 pinturas de 129 (35%), potencialmente usadas en los hogares, contienen cantidades peligrosas de plomo (mayores a 90 ppm), límite que se encuentra regulado por la Ley 2041 de 2020. De las 129 muestras, 16 registraron concentraciones de plomo entre 91 y 10.000 ppm (12,4%), y 29 muestras superaron



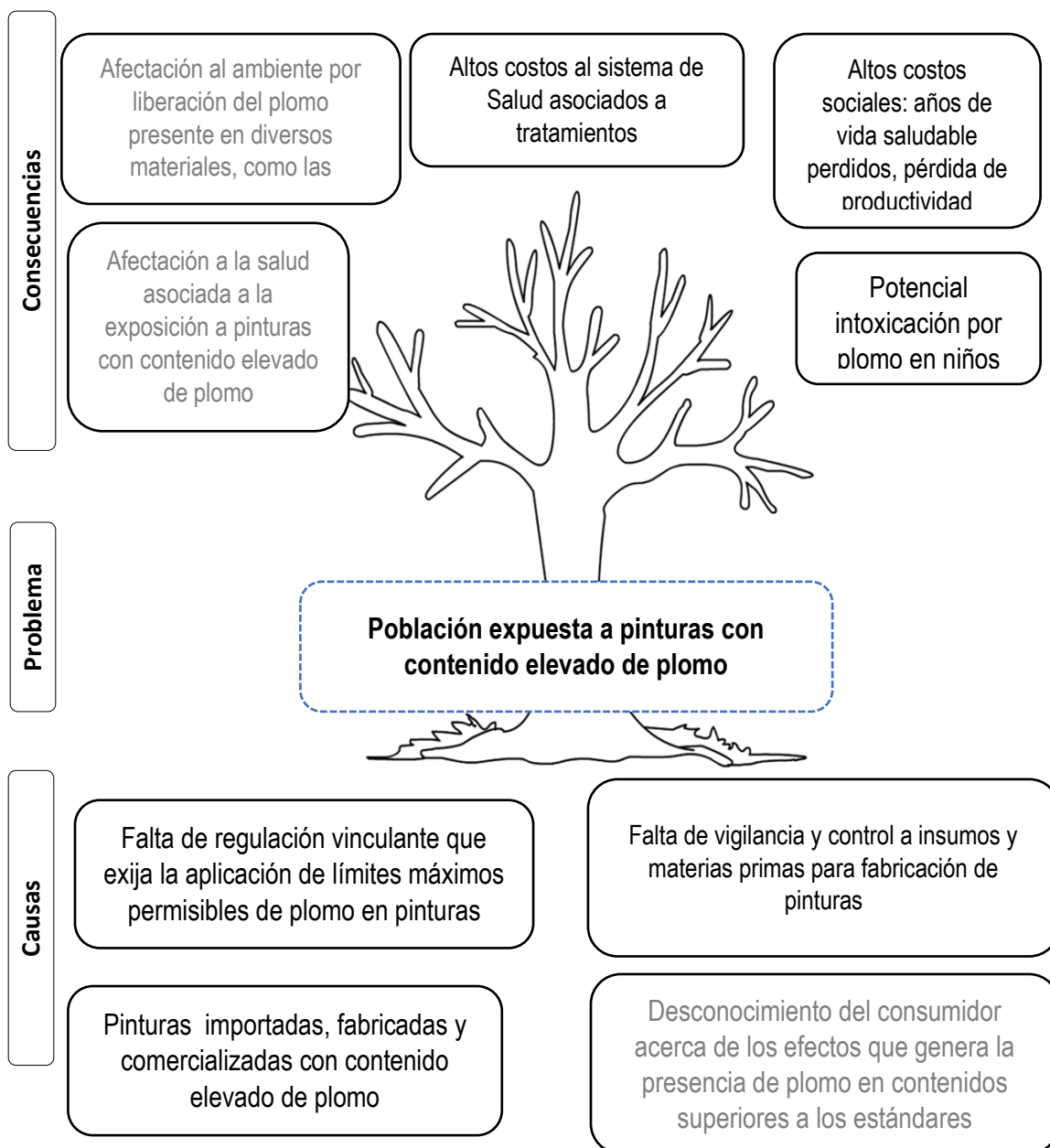
los 10.000 ppm (22,5%), lo cual representa un nivel extremadamente peligroso que excede en más de 110 veces el límite legal permitido (LEEP, 2025).

El estudio muestra que más de la mitad de los fabricantes y marcas incluidos en el estudio tienen al menos una referencia de pintura por encima de los niveles establecidos por la OMS, lo que indica que una proporción significativa del mercado de pinturas decorativas en Bogotá, Medellín y Cali sigue utilizando insumos con plomo. El hallazgo de pinturas con plomo en empresas con alta presencia en las tres ciudades evidencia que el problema está presente en pequeños, medianos y grandes fabricantes. La concentración de casos positivos encontrados para pinturas amarillas (74% de las muestras) y rojas (32%) respalda la hipótesis de que los pigmentos son el insumo más crítico, por lo que la reformulación de estas líneas debe ser una prioridad para la industria. (LEEP, 2025)

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Conforme a la Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN) del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la definición del problema constituye el punto de partida para abordar de manera precisa y efectiva los asuntos que se pretende regular.

2.1. Árbol de problemas



Consecuencias	Problema Central	Causas
• Altos costos al sistema de Salud asociados a tratamientos • Altos costos sociales: años de vida saludable perdidos, pérdida de productividad • Potencial intoxicación por plomo en niños • Afectación al ambiente por liberación del plomo presente en pinturas • Afectación a la salud asociada a la exposición a pinturas con contenido elevado de plomo	Población expuesta a pinturas con contenido elevado de plomo	• Pinturas importadas, fabricadas y comercializadas con contenido elevado de plomo • Falta de regulación vinculante que exija la aplicación de límites máximos permisibles de plomo en pinturas • Falta de vigilancia y control a insumos y materias primas para fabricación de pinturas • Desconocimiento del consumidor acerca de los efectos que genera la presencia de plomo en pinturas

2.2. Descripción del problema

El plomo es un metal tóxico que causa efectos adversos tanto en la salud humana como en el ambiente. Su tratamiento, utilización y eliminación también pueden contaminar el medio ambiente y dar lugar a exposición humana. Dado que el plomo es un elemento químico, una vez que se libera en el medio ambiente, perdura como fuente potencial de exposición (OMS, 2020a).

Al respecto, “el plomo liberado en el medio ambiente a través de cualquier fuente, incluyendo la pintura con plomo, es también tóxico para las plantas, los animales y los microorganismos. En todos los animales estudiados se ha demostrado que el plomo causa efectos adversos en varios órganos y sistemas de órganos, incluyendo la sangre, el sistema nervioso central, los riñones, y los sistemas reproductivo e inmunológico. Se bioacumula en la mayoría de los organismos, con exposiciones ambientales que ocurren a través de múltiples fuentes y vías” (PNUMA, 2017).

Aunque la exposición al plomo también es dañina para los adultos, la exposición al plomo afecta a los niños a niveles mucho más bajos, generando efectos sobre la salud que generalmente son irreversibles y pueden tener un impacto de por vida. Los niños con deficiencias nutricionales absorben el plomo ingerido a una tasa más alta. Así mismo, el feto en desarrollo es el más vulnerable ya que la mujer embarazada puede transferirle el plomo acumulado en su cuerpo. De igual forma, el plomo se transfiere a través de la leche materna a los niños en periodo de lactancia (IPEN, 2017). Las pinturas con plomo, especialmente aquellas de uso decorativo (utilizadas en interiores y exteriores de casas, escuelas y construcciones), se convierten en una fuente potencial de exposición, especialmente para los niños, cuando estas se descascaran o comienzan a deteriorarse.



Como se mencionó en el capítulo precedente, debido a su comportamiento natural de llevarse las manos a la boca, los niños resultan más vulnerables, al ingerir escamas de pintura o polvo contaminado.

Así mismo, cuando una superficie previamente pintada, con una pintura que contiene plomo, es lijada o raspada como preparación para ser pintada nuevamente, se generan grandes cantidades de polvo contaminado con altos niveles de plomo. La ingesta o inhalación de este polvo constituye un peligro para la salud para cualquier persona expuesta, especialmente para los niños y mujeres embarazadas (IPEN, 2017).

La exposición al plomo genera costos económicos directos e indirectos. Los efectos negativos en los cerebros en desarrollo de los niños por la exposición al plomo tienen costos económicos impactantes que recaen sobre los niños afectados, sus familias y la sociedad en general. Estos incluyen costos de atención médica para tratar la intoxicación por plomo, costos sociales derivados de la necesidad de una educación especial para combatir el deterioro intelectual provocado por el plomo y pérdidas de productividad (OMS, 2020a; PNUMA, 2019). Estas últimas debido a la reducción en el coeficiente intelectual (IQ, por sus siglas en inglés), el cual puede correlacionarse con la disminución en los ingresos potenciales a lo largo de la vida.

Según estimaciones del Instituto de Evaluación y Métrica de Salud, utilizando datos del año 2017, a nivel mundial la exposición al plomo causó 1,06 millones de muertes por efectos a largo plazo y la pérdida de 24,4 millones de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) (GBD, 2017; PNUMA, 2019).

De acuerdo con el estudio de la Sección de Pediatría Ambiental de la Facultad de Medicina de la Universidad de Nueva York, sobre los "Costos Económicos por la Exposición al Plomo en la Niñez en Países de Bajos y Medios Ingresos", se estimó una carga de costos de \$977 mil millones de dólares por año en estos países. Los costos anuales estimados (en dólares) de la exposición al plomo por región, basados en la pérdida del coeficiente intelectual, incluyen: África - \$134.700 millones (4,03% del Producto Interno Bruto - PIB); América Latina y el Caribe - \$142.300 millones (2,04% del PIB); y Asia - \$699.900 millones (1,88% del PIB). El análisis de la investigación se enfoca en los impactos del plomo en el desarrollo neurológico, evaluado como una disminución en los puntos del coeficiente intelectual (IQ) y, como esto se traduce en disminuciones del potencial de ingresos de por vida, evaluado a su vez como productividad económica perdida de por vida, en cada país examinado (Attina y Trasande, 2013). El estudio identifica diferentes fuentes de exposición al plomo en los niños, siendo las pinturas con plomo una de las principales (IPEN, 2017).

La información desagregada para Colombia, según este estudio, señala un costo económico por exposición al plomo en niños de \$8,91 mil millones, que representan



el 2% del PIB; una pérdida estimada en coeficiente intelectual de 2 millones de puntos, una pérdida en productividad económica a lo largo de la vida de \$5.142 por punto de coeficiente intelectual, y un nivel promedio de plomo en sangre de 3,75 µg/dl (NYU, 2020).

Estudios sobre el contenido de plomo en pintura en el mercado de más de 55 países, demuestran que donde no hay una limitación legal impuesta sobre el plomo en la pintura, algunas pinturas con altos niveles de plomo están a la venta para los consumidores. La mayoría de los países industrializados adoptaron desde las décadas de los años 70 y 80, regulaciones sobre el contenido de plomo en pinturas (IPEN, 2017).

En los países sin límites legales, pinturas con altos niveles de plomo pueden todavía ser utilizadas para la decoración de superficies interiores y exteriores en hogares y edificios públicos; en carreteras, puentes y equipos industriales, muebles y equipos de juegos infantiles. Sin embargo, pigmentos, secadores e ingredientes anticorrosivos sin plomo para uso en pinturas a base de disolventes también están ampliamente disponibles y son utilizados por los fabricantes para producir pinturas de alta calidad en todas las regiones del mundo. Cada vez más, los productores de pintura alrededor del mundo están reconociendo la factibilidad de eliminar el uso de compuestos de plomo añadidos intencionalmente en todas las pinturas (PNUMA, 2017).

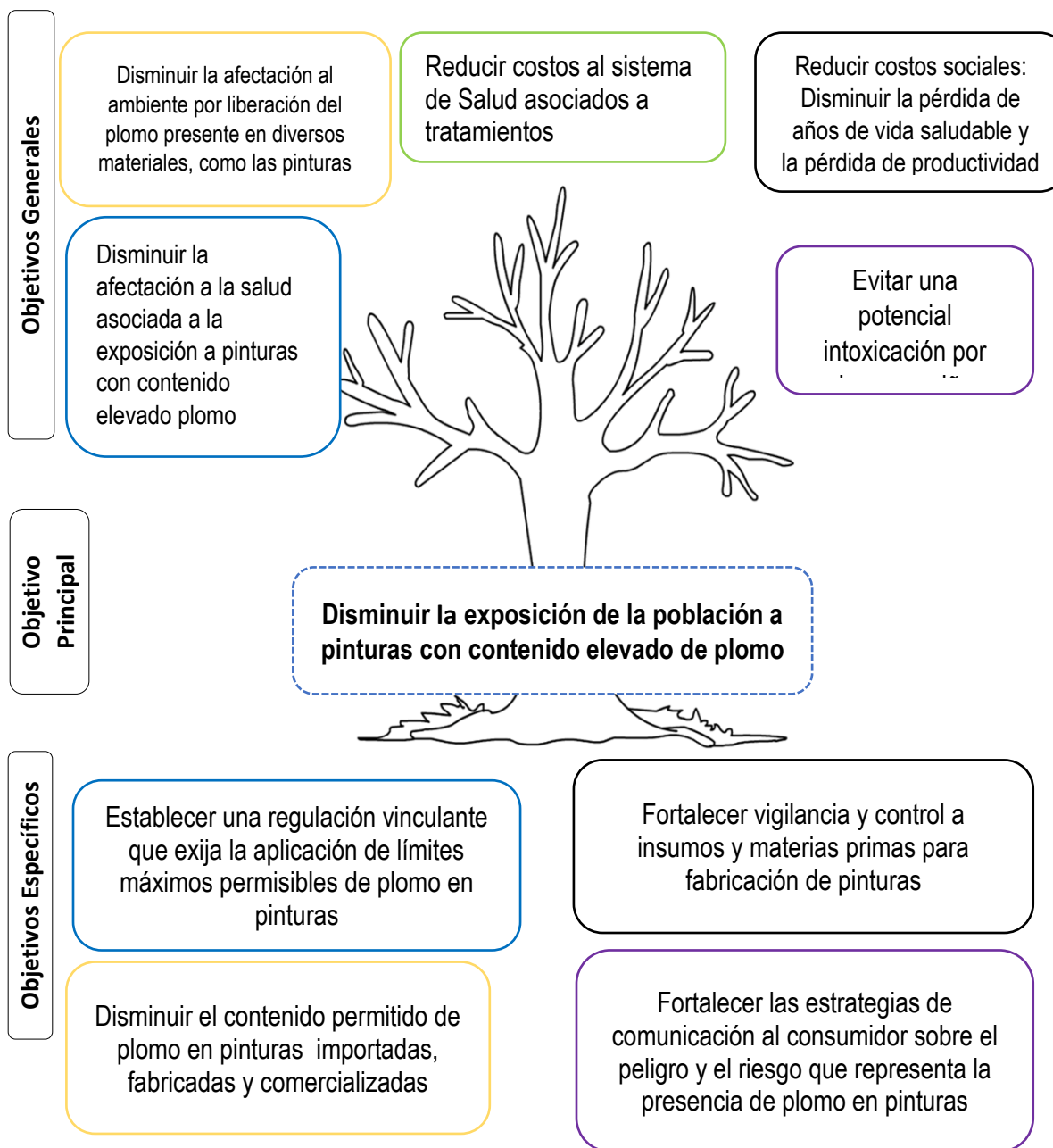
La ausencia de normas vinculantes y de la definición de mecanismos o métodos claros para realizar el respectivo monitoreo de productos, puede debilitar o dificultar una apropiada vigilancia y control tanto a los productos finales destinados al consumidor, como a las materias primas e insumos empleados para la fabricación de estos, en este caso de interés, las pinturas.

"La eliminación de la fuente de exposición al plomo es la manera más eficaz para proteger a las personas de los efectos nocivos del plomo" (PNUMA 2017; PNUMA, 2019)

3. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Para la definición de los objetivos se utilizó la herramienta propuesta por el DNP de árbol de objetivos.

3.1. Árbol de objetivos





Objetivos Generales	Objetivo Principal	Objetivos Específicos
• Reducir costos al sistema de Salud asociados a tratamientos • Reducir costos sociales: Disminuir la pérdida de años de vida saludable y la pérdida de productividad • Evitar una potencial intoxicación por plomo en niños • Disminuir la afectación al ambiente por liberación del plomo presente en pinturas • Disminuir la afectación a la salud asociada a la exposición a pinturas con contenido elevado de plomo	Disminuir la exposición de la población a pinturas con contenido elevado de plomo	• Disminuir el contenido permitido de plomo en pinturas importadas, fabricadas y comercializadas • Establecer una regulación vinculante que exija la aplicación de límites máximos permisibles de plomo en pinturas • Fortalecer vigilancia y control a insumos y materias primas para fabricación de pinturas • Fortalecer las estrategias de comunicación al consumidor sobre el peligro y el riesgo que representa la presencia de plomo en pinturas

3.2. Descripción de los objetivos

Considerando la información planteada en el capítulo anterior, así como el interés y la misionalidad de este Ministerio para prevenir riesgos a la salud de los colombianos, especialmente en aquellos grupos más vulnerables como son los niños, niñas, adolescentes y mujeres embarazadas, se plantea como objetivo principal, disminuir la exposición de la población a pinturas con contenido elevado de plomo, toda vez que estas son consideradas como una “fuente de exposición al plomo que se puede evitar”.

Lo anterior, teniendo en cuenta que los diferentes compuestos de plomo, son añadidos de forma intencional a las pinturas con el fin de brindar o mejorar algunas características específicas de estos productos.

En el mundo cada vez son más los países que han optado por establecer regulaciones de tipo vinculante para disminuir el contenido de plomo en pinturas. Este ha sido uno de los objetivos de la Alianza Mundial para Eliminar el Uso del Plomo en la Pintura, de la cual Colombia hace parte. Y es que contar con este tipo de regulación, contribuiría a disminuir la afectación a la salud asociada a la exposición a pinturas con contenido elevado de plomo. Pues *“se ha demostrado que los controles normativos de diversas fuentes de exposición al plomo protegen la salud pública, lo que se refleja en la disminución de las concentraciones de plomo en la sangre a nivel de la población en muchos países”* (OMS, 2020b).

Sin embargo, la adopción de límites regulatorios no es suficiente para controlar efectivamente la fabricación y venta de pinturas con plomo. Se debe contar también



con estrategias, mecanismos y presupuesto para monitorear y hacer cumplir las regulaciones sobre pinturas con plomo (IPEN, 2017). Mecanismos para fomentar el cumplimiento y la aplicación de límites regulatorios incluyen el análisis de pinturas y otros materiales similares de revestimiento por parte de laboratorios independientes, declaraciones de conformidad requeridas a fabricantes e importadores con base en pruebas realizadas en laboratorios independientes, e inspecciones gubernamentales (PNUMA, 2017)

De igual forma, disminuir el contenido permitido de plomo en pinturas importadas, fabricadas y comercializadas, es técnica y económicamente factible. Pues como se mencionó en capítulos precedentes, se cuenta con información y evidencia de la oferta en el mercado de ingredientes alternativos libres de plomo, que permitirían a la industria la reformulación de sus productos, abriendo así, además, la posibilidad de acceder a mercados en otros países en los cuales ya existen regulaciones en el contenido de plomo en pinturas.

De igual importancia resulta, el fortalecimiento las estrategias de comunicación al consumidor sobre los efectos que genera la presencia de plomo en los productos de consumo, contribuyendo a un mejor conocimiento y la conciencia como consumidor al adquirir productos que puedan contener este metal en niveles superiores a los permitidos, permitiéndoles tomar una decisión de consumo informada¹. La disponibilidad de la información a través de etiquetas del producto, campañas educativas, eventos, entre otros, busca proteger a la población frente a posibles efectos por la exposición al plomo. Un consumidor bien informado, demandará productos de mejor calidad que propendan por salvaguardar su salud.

De otro lado, la comercialización de pinturas con menores contenidos de plomo, contribuirá a disminuir la afectación al ambiente por liberación del plomo presente en diversos materiales como las pinturas, pues al ser esta una sustancia ecotóxica, bioacumulable representa una amenaza tanto para los ecosistemas terrestres como acuáticos, y en consecuencia para la salud humana. (OMS resumen). Como país, contar con una regulación vinculante que conlleve a la eliminación del plomo en pinturas, contribuye al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente a los objetivos 3.9 que establece *“para 2030, reducir sustancialmente la cantidad de muertes y enfermedades por sustancias químicas peligrosas y la contaminación del aire, el agua y la tierra”*; y al objetivo 12.4. *“lograr la gestión ambientalmente racional de sustancias químicas y de todos los residuos a lo largo de su vida útil, de acuerdo con los marcos internacionales acordados, y reducir significativamente su liberación al aire, al agua y a la tierra para poder minimizar sus impactos negativos en la salud humana y el medio ambiente”*.

¹ La estrategia de comunicación no se limita a los consumidores finales, puede extenderse a otros actores expuestos con el uso del producto, como pintores, trabajadores de la construcción, instituciones educativas y autoridades territoriales.



En el mismo sentido, contar en el mercado con productos con bajo contenido de plomo, evitaría una potencial intoxicación en los niños, que son especialmente vulnerables a la toxicidad del plomo, y quienes, como se vio anteriormente, dado su comportamiento habitual de crecimiento y exploración del entorno que los rodea, podrían ingerir tierra o polvo contaminados, o escamas de pinturas con plomo deterioradas, derivando en los ya mencionados efectos perjudiciales para su salud y desarrollo (daño en múltiples sistemas, pérdida de coeficiente intelectual, problemas de conducta).

Ahora bien, además de los beneficios esperados en salud, una disminución en la exposición a plomo conllevaría igualmente a una reducción de costos tanto al sistema de salud, como a aquellos relacionados desde el punto de vista social. En el primer caso, esta reducción se vería reflejada en menores costos asociados en la atención y tratamiento por intoxicaciones con este metal, y, a menores costos asociados al tratamiento por enfermedades derivadas de la exposición al mismo, como pueden ser enfermedades de tipo cardiovascular y renales (OMS, 2020b).

Desde el punto de vista social, se obtendrían beneficios tanto individuales como a nivel de sociedad, al evitar la pérdida de productividad, que puede estar asociada a una disminución en el IQ por exposición al plomo. En el mismo sentido, se evitarían futuras exposiciones agudas y crónicas contribuyendo a evitar la pérdida de años de vida saludable.



4. IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

Para esta etapa del análisis de impacto normativo, se tiene en cuenta si se justifica o no una intervención, considerando si estas son operativa, política y técnicamente viables para su implementación, para así determinar el alcance de las intervenciones y así poder identificar las alternativas viables para contribuir a la solución de la problemática identificada.

Teniendo en cuenta la problemática planteada, así como el logro del objetivo principal y de los objetivos específicos propuestos, se consideran las siguientes alternativas de intervención: mantener el statu-quo y reglamentar el contenido de plomo en pinturas.

En primer lugar, se plantea mantener el *Statu-quo*, es decir continuar en el estado actual de la situación. Actualmente, no se cuenta con instrumento de carácter obligatorio o vinculante que establezca un límite permisible de plomo, diferente al establecido en el parágrafo transitorio del artículo 9 de la Ley 2041 de 2020, en el cual se prohíbe la fabricación, importación y comercialización de las pinturas arquitectónicas, cuando contengan plomo en un nivel superior a 90ppm. Lo anterior, “mientras el Gobierno Nacional expide la reglamentación técnica correspondiente”. Sin embargo, dicha Ley no contempla bajo qué métodos se verificará o evaluará la conformidad de estos productos.

Así mismo, se cuenta con normas de tipo voluntario en las cuales se consideran límites máximos de plomo, ya sea en sumatoria con otros metales, como en la NTC 1325 de 2015, NTC 5828 de 2017; o como contenido total de plomo o sus compuestos como en la NTC 6325 de 2020.

Como segunda alternativa, se propone y analiza una medida regulatoria, a través de la cual se reduzca la exposición al plomo presente en las pinturas, que en este caso correspondería a la expedición de un reglamento técnico, mediante el cual se establezca el contenido de plomo en pinturas. Este se deberá plantear teniendo en cuenta la información técnica, la evidencia científica disponible y las recomendaciones de las diferentes instituciones en la materia como la OMS. En el mismo acto, se debería contemplar, los requisitos de evaluación de la conformidad, las condiciones de etiquetado, entre otros.

Su elaboración y expedición estaría en cabeza del sector Salud, con el apoyo de las carteras de comercio e instituciones del sistema nacional de calidad. Operativamente la elaboración de la propuesta deberá seguir los procedimientos y términos establecidos en la norma para tal fin.



5. METODOLOGÍA Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS - ANÁLISIS ECONÓMICO DEL AIN

Para la evaluación de las alternativas de intervención identificadas en la sección anterior, se llevó a cabo un análisis económico ex-ante del impacto de la regulación del contenido de plomo en pinturas en Colombia. Este análisis fue elaborado por los estudiantes de la Maestría en Economía de las Políticas Públicas de la Universidad del Rosario -Grupo Capston-: Juan Diego Mayorga, María Alejandra Pava, Sandra Margarita Rincón y Catalina Zapata Flórez.

Contenido Análisis Económico del AIN

Evaluación de Alternativas

- Introducción

- Fuentes de información y datos

 - Empresas

 - Niños

 - Otras fuentes

- Justificación de la metodología

 - Árbol de decisión

 - Estructura del árbol

 - Supuestos del árbol de decisión

 - Beneficios de las alternativas

 - Costos de las alternativas

- Resultados

 - Análisis de sensibilidad

- Conclusiones

- Bibliografía

- Anexos



Lista de tablas Análisis Económico del AIN

- Tabla 1. Efectos en la salud ante diferentes niveles de exposición de plomo
- Tabla 2. Costos asociados a la vigilancia y control
- Tabla 3. Costo por individuo de la ruta de tratamiento ante exposición por plomo en niños.
- Tabla 4. Consolidado árbol de decisión (valor presente)
- Tabla 5. Análisis de sensibilidad para las variables de niños
- Tabla 6. Análisis de sensibilidad para las variables de empresas
- Tabla 7. Valor presente neto de los resultados de sensibilidad

Lista de gráficos Análisis Económico del AIN

- Gráfica 1. Estructura general del árbol de decisión
- Gráfica 2. Ahorros del sistema educativo y salud dada la regulación
- Gráfica 3. Costos totales asociados a las empresas
- Gráfica 4. Costos de la ruta de tratamiento
- Gráfica 5. Costos sociales (educación especial y repitencia)
- Gráfica 6. Niños expuestos a plomo – Contexto no regulado
- Gráfica 7. Niños expuestos a plomo – Contexto regulado
- Gráfica 9. Afectaciones en salud de los niños expuestos a plomo – Contexto regulado
- Gráfica 10. Afectaciones sociales: Repitencia escolar
- Gráfica 11. Afectaciones sociales: Educación especial
- Gráfica 12. Costos y beneficios de la regulación
- Gráfica 13. Valor presente de los beneficios y costos de la regulación



5.1. Evaluación de Alternativas

5.1.1 Introducción

El plomo en pinturas es un riesgo latente para la población, especialmente para los niños. La exposición al plomo² genera mayores consecuencias y afectaciones para los niños que para los adultos puesto que su cuerpo absorbe de 4 a 5 veces más que el de ellos (UNICEF & Pure Earth, 2020). Los efectos secundarios de la exposición por plomo en niños pueden ir desde la disminución irreversible de 2 a 5 puntos del coeficiente intelectual (Alvarez-Ortega et al., 2017; Gould, 2009) y del rendimiento cognitivo, hasta efectos nocivos en los sistemas nerviosos central, cardiovascular, gastrointestinal, reproductivo, hematológico, renal e inmunológico (OMS, 2020; UNICEF & Pure Earth, 2020). Una de las posibles fuentes de exposición a este metal es la pintura que se encuentra en los hogares, puesto que dentro de sus componentes puede contener pigmentos con plomo. Dado lo anterior, se presenta la necesidad de regular los contenidos de plomo en la pintura, buscando así eliminar la fuente de exposición de los hogares.

A nivel internacional, se ha generado un avance heterogéneo entre regiones en cuanto a la legislación para regular los niveles de plomo. Para 2020, solo el 70% de países en Norte América y Europa contaban con leyes que regularan los niveles de plomo en pintura. En América Latina y el Caribe tan solo el 38% de los países de la región tenían leyes relacionadas al plomo en pintura (PNUMA, 2020).

En el contexto nacional, Colombia implementó la Ley 2041 del 27 de julio de 2020 con el objetivo de garantizar el desarrollo físico, intelectual y de la salud general de las personas en un ambiente libre de plomo (*Ley 2041*, 2020). Esto lo hizo a través de la fijación de lineamientos que prevengan la contaminación, intoxicación y las enfermedades asociadas a la exposición con plomo. Puntualmente, la ley fijó un objetivo de *concentración máxima de plomo en la sangre de 5 microgramos por decilitro (mg/dl)* en la población colombiana. Así mismo, establece los límites máximos de concentración de plomo en diferentes productos, lo cual aplica para todos los establecimientos públicos y privados que tengan alguna relación de

² El plomo es un material pesado de baja temperatura que no se corroe con facilidad, por sus características es utilizado para la elaboración de barnices para cerámicas, pigmentos en pinturas, baterías para vehículos, entre otros. En el caso de las pinturas, este metal sirve para fijar el color y ayudar al secado rápido (ATSDR, 2016).



producción, venta o distribución de materiales que contengan plomo y estarán sujetas a seguimiento y control por parte de las autoridades ambientales.

Dentro de estos actores se encuentran las empresas productoras e importadoras de pintura. La principal razón por la cual estas utilizan pinturas con pigmentos con plomo es debido a los diversos beneficios que tiene sobre la calidad del producto.³ Por ejemplo, este componente permite fijar de mejor forma el color, acelerar el secado y reduce la probabilidad de corrosión (BBC, 2016). Sin embargo, esto genera una fuente de exposición directa para la población, en especial los niños. Vale la pena mencionar que el plomo en pintura es considerado la fuente más frecuente de intoxicación por plomo en menores (NYC Health, s. f.); de acuerdo con la OMS, la mayor parte de los niños diagnosticados con niveles de plomo en la sangre por encima del límite se encuentran en países en desarrollo (BBC, 2016).

Si bien en Colombia se han estudiado los niveles de plomo en la sangre de los niños en diferentes escenarios como exposición a reciclaje de baterías y zonas con actividades industriales o pesqueras (Alvarez-Ortega et al., 2017; Filigrana & Méndez, 2012; Oliveroverbel et al., 2007), a la fecha no se ha realizado una investigación sobre los costos o beneficios de regular la concentración de plomo en la pintura. Para países como Argentina, Bolivia y México se ha estimado que hay una pérdida entre 0.60% y 1.35% de PIB como consecuencia de la disminución del coeficiente intelectual por intoxicación por plomo (UNICEF & Pure Earth, 2020).

Dada las implicaciones en salud y los costos económicos asociados, se planteó la necesidad de regular los niveles de plomo en las pinturas en Colombia. Por tal motivo, el objetivo general del estudio fue realizar un análisis económico ex – ante del impacto de la regulación del contenido de plomo en pinturas en el país, para evaluar el costo beneficio de implementar la regulación y estimar cuál es *el costo-beneficio para la sociedad de regular el contenido de plomo en pinturas, comparado con no hacerlo, para la población menor de 5 años*.⁴

³ Dentro de este grupo, se deben considerar todas las empresas que tengan relación con la fabricación y distribución de pinturas, por lo cual, también se deben considerar a los importadores de pintura. No obstante, debido a limitaciones de información, este último grupo no se incluye en el modelo actual.

⁴ Es importante mencionar que los niños también se pueden afectar durante el proceso de gestación como consecuencia de la exposición al plomo por parte de las madres. Sin embargo, a pesar de no contar con las mujeres gestantes dentro del modelo, se realiza un proxy de los impactos sobre los niños en gestación con la muestra seleccionada al considerar los niños recién nacidos que se tienen en cuenta en los datos de proyección poblacional del DANE.



Este objetivo se formuló a partir de la metodología “PICOT”, la cual parte de los siguientes elementos para construir preguntas de investigación: *Población, intervención, comparación, desenlace (“outcome” en inglés) y tiempo* (Melnik & Fineout-Overholt, 2019). Particularmente para este estudio, los elementos que constituyeron la pregunta son los siguientes:

- **Población:** Niños menores de 5 años al momento que se implementa la regulación.
- **Intervención:** Regular los niveles de plomo en las pinturas.
- **Comparación:** Mantener el status-quo, no regular los niveles de plomo en la pintura.
- **Desenlace:** Beneficio económico de la regulación, los cuales se valoran a partir del número de niños que quedan fuera del riesgo de exposición.
- **Tiempo:** 10 años.

Para realizar el análisis costo-beneficio se siguieron las pautas definidas por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en el documento denominado “*Guía metodológica para la elaboración de análisis de impacto normativo (AIN)*”, así como el *Manual Metodológico del Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS)* para Evaluaciones Económicas. Concretamente, se utilizó un modelo de árbol de decisión para obtener una aproximación a las repercusiones que tendría establecer una regulación sobre los niveles de plomo de pintura o mantener el *status-quo* (no regular los niveles de plomo en pintura).

En consecuencia, se calculan los costos y beneficios asociados a los actores relacionados al problema, como lo son las empresas, niños (entre los 0-5 años) y el Estado, en un periodo de estudio de diez años. Se optó por este modelo debido a su practicidad y relevancia a la hora de medir los beneficios de una regulación. Adicionalmente, ha sido utilizado para evaluar intervenciones relacionadas a la regulación de los contenidos de plomo (Brown, 2002; Gould, 2009) y provee evidencia empírica para que el regulador tome una decisión que maximice el beneficio de la sociedad.

El principal hallazgo de este estudio es que el escenario que maximiza los beneficios de la sociedad es regular los niveles de plomo en pintura, frente a mantener el *status-quo*. Esto se debe a que los ahorros que se generarían al reducir y eliminar la fuente de exposición son mucho mayores que los costos asociados a la transformación del proceso productivo de las empresas y de vigilancia y control de



estas. Este resultado es robusto a lo largo de los análisis de sensibilidad estimados. Más aún, se esperaría que estos beneficios sean mayores debido a que el modelo no logra capturar parte de la ruta de tratamiento de los niños ni los posibles beneficios de la regulación sobre las empresas, por tanto, el beneficio calculado es un límite inferior de los beneficios esperados.

5.1.2. Fuentes de Información y Datos

Haciendo uso de la guía metodológica planteada por el DNP (2021), se estructuró el análisis de alternativas alrededor de la regulación por plomo en pinturas. Uno de los aspectos dentro de esta metodología está relacionado a la revisión de literatura, como artículos científicos, Guías de Práctica Clínica (GPC), documentos técnicos de organismos referentes (OMS, UNICEF, etc.), entre otros, alrededor de los efectos adversos del plomo en los niños y datos asociados a las empresas productoras de pintura en Colombia. A través del análisis de fuentes de información se estructuraron los modelos de decisión. Las principales fuentes de información del modelo provinieron del DANE, Ministerio de Salud, Ministerio de Educación y literatura académica.

La sección de fuentes de información y datos se organizó en tres dimensiones: empresas, niños y otras fuentes de datos. Con el fin de aportar más información relevante y valor agregado de estas dimensiones, en cada una de estas subsecciones se presentaron datos relacionados a probabilidades, valores monetarios y cantidades.

- **Empresas**

Las empresas son un agente relevante dentro del análisis de costo beneficio dado que sobre éstas recae en gran medida la regulación. Por tanto, para analizar los efectos ex-ante de la regulación del contenido de plomo en pinturas sobre las empresas, se caracterizó el sector a partir de su volumen de ventas, costos, tamaño de la empresa (micro, pequeña y mediana), probabilidad de afectación, costos de transformación y certificación.

Las empresas de pintura se identificaron a partir de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU). Específicamente, las empresas productoras de pinturas hacen parte del grupo 2022 que corresponde a la *“Fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares, tintas para impresión y masillas”*. Se optó por este código



CIIU dado que ha sido utilizado en investigaciones similares (Alcaldía de Medellín, 2021; CNPML, 2020)⁵ y está alineado con la clasificación nacional e internacional (DANE, 2020b). A partir del Directorio de Empresas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) se identifica el número de empresas bajo este código, que para 2021 fue de 472 (DANE, 2021a).

Por otro lado, el sector de pinturas ha crecido a un nivel relevante durante los últimos años, según datos del Centro Nacional de Producción Más Limpia (CNPML, 2020), entre 2002 y 2007 el número de empresas creció un 13%. Estimaciones similares se encuentran al hacer uso de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE, donde el crecimiento promedio anual ha sido del 12.98% para los años 2016-2020 (DANE, s. f.-a). De acuerdo con esta información, la proyección del sector considerada para la construcción del modelo fue de 13%.

Ahora bien, el Directorio de Empresas no brinda información relevante sobre variables económicas, como lo son las ventas, costos y tamaño de las empresas, por lo cual se hizo uso de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para extraer esta información. No obstante, esta fuente solo tiene en cuenta aquellos establecimientos que tienen 10 o más personas ocupadas, o un valor de producción superior al estipulado anualmente con el Índice de Precios del Productor (IPP) (DANE, 2020a), por lo cual, no tiene información sobre todo el sector. Por tal razón, para estimar valores del sector a nivel nacional, se cruza la información de la EAM con el Directorio de Empresas, suponiendo que la EAM es representativa del sector y, por ende, los valores económicos son, en promedio, similares para aquellas del Directorio de Empresas.⁶ Esto permite, por ejemplo, extrapolar los valores de ventas promedio, costos de producción para tener un cálculo a nivel nacional.

De otra parte, la EAM contiene variables como el número de trabajadores por empresa, lo cual facilita la identificación del tamaño de la empresa: micro, pequeña o mediana.⁷ También se calcularon otras variables claves para el modelo como lo son los costos totales o costos y gastos de producción. Dado que los datos están

⁵ No se tomó en cuenta el código CIIU 2011, *Fabricación de sustancias y productos químicos básicos*, debido que este incluía muchos otros productos químicos que no se relacionan a la producción de pintura, por ejemplo, gases industriales, ácidos, glicerina y entre otros. Sin embargo, es probable que una pequeña parte de las empresas productoras de pintura estén en este rubro.

⁶ Para realizar este cruce, se toma del directorio de empresas el número de empresas bajo el código CIIU 2022, de la EAM se toma los valores unitarios por empresa de los costos y ventas. Utilizando estos dos elementos, se multiplican los valores y se obtiene un aproximado de variables económicas para el sector.

⁷ Se construyen estos grupos a partir de la *Ley 1450* (2011). Dada la frecuencia de estas empresas en la EAM, se extrapola este dato al total de empresa halladas en el Directorio de Empresas.



disponibles para el periodo de 2016-2020, se hizo uso de esta información para construir proyecciones de crecimiento de estas variables para complementar el modelo.⁸

En cuanto a los costos, estos representaron un elemento fundamental del árbol de decisión puesto que se supone que las empresas transformaran su proceso productivo para garantizar que se produzca pintura que contenga menos de 90 partículas por millón (ppm) de plomo. Específicamente, se asumió que el incremento en costos recae directamente sobre el rubro de costos y gastos relacionados a la producción. El porcentaje de crecimiento en este rubro se obtiene a partir de la investigación realizada por el Proyecto regional pinturas libres de plomo (s. f.) en los países de Colombia, Ecuador y Perú. En este estudio se analizaron los efectos económicos de la regulación sobre un número reducido de empresas de cada país, y encontraron que los precios por unidad pueden llegar a aumentar entre 39.9% y 156.6% dependiendo del compuesto inicial de la pintura. A partir de esta información, se realiza un promedio del aumento de los precios, el cual es de 88%, y supone que el aumento en precios es directamente proporcional a un aumento en costos.⁹

Por otro lado, el aumento en los costos de producción solo afectará a aquellas empresas que producen pinturas con niveles de plomo por encima de las 90ppm. Según CNPML (2020) para el año 2017 el 55% de empresa producía por encima de estos niveles. Este dato también se presenta desagregado por tamaño de empresa, por ejemplo, para las microempresas es del 69.2%, pequeñas 61.4%, medianas 50% y grandes 39%. A partir de este porcentaje, y cruzando con el número de empresas por tamaño en la EAM, se hace una aproximación sobre las empresas que deben realizar un proceso de reestructuración de su producción para producir pintura con niveles de plomo menores a 90ppm.

Adicionalmente, otro costo que asumen las empresas corresponde a los costos de certificación de los productos. El costo por lote se calcula a partir del Análisis de

⁸ Debido a la poca información que hay alrededor de las microempresas, las proyecciones de costos y ventas de estas se calcula a partir del promedio de los valores de las pequeñas y medianas empresas y se le suman dos desviaciones estándar del valor obtenido; para las ventas se le resta una desviación estándar.

⁹ Dadas las limitaciones en información sobre el sector de pinturas en Colombia, se asume este supuesto. Esto implica que el mercado se desarrolla en competencia perfecta. No obstante, los cálculos de este estudio se dieron en un contexto donde el precio de los pigmentos para producir pintura libre de plomo es muy alto. Se espera que con el tiempo los precios bajen y el costo de transformación que deben asumir las empresas sea menor.



Impacto Normativo de vajillas publicado en 2020 (Min Salud, 2020), el cual establece un precio entre \$2.300.000 y \$3.300.000 dependiendo del certificado de conformidad que se escoja. Para el contexto actual, se optó por un promedio entre los dos posibles valores, dando como resultado un costo de \$2.800.000 por lote de pintura producido.

Finalmente, otro costo asociado a las empresas, que asume el Estado, corresponde a la vigilancia y control. Para calcular dicho rubro, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) brindó al equipo consultor información sobre sus costos operativos dedicados al personal encargado de la vigilancia y control en los últimos años. Por año trabajan, en promedio, 54 personas (entre ingenieros, abogados y agentes) y entre 2018 y 2022 la operación tuvo un costo promedio de \$2,384,929,756.40 (SIC, comunicación personal, septiembre de 2022).

- **Niños**

La OMS estimó que para 2019, en el mundo, la intoxicación por plomo ocasionó 901,716 muertes y la pérdida de 21,676,385 de años de vida saludable (OMS, 2021). Así mismo, aproximadamente, uno de cada tres niños tiene más de 5 mg/dl de plomo en la sangre (UNICEF & Pure Earth, 2020), razón por la cual en diversos países se impulsan políticas orientadas a la mitigación de las fuentes de exposición al plomo (OMS, 2020). En la mayoría de los países ya se han implementado políticas que prohíben la gasolina de plomo, razón por la cual ya no se considera una fuente de exposición relevante (PNUMA, 2020). Por otro lado, el uso de la pintura con plomo en hogares, escuelas y otro tipo de infraestructura se convierte en una fuente de exposición importante para la cual se debe incentivar la implementación de políticas que limiten el contenido de plomo en la pintura (OMS, 2020; PNUMA, 2020).

En el contexto de la pintura, la intoxicación por plomo es consecuencia de la ingesta constante por un largo periodo de tiempo de pequeños fragmentos de esta (OMS, 2020). Esta exposición al plomo genera mayores consecuencias y afectaciones para los niños que para los adultos puesto que su cuerpo absorbe de 4 a 5 veces más, en particular, los niños menores a 5 años tienen más probabilidad de desarrollar problemas neurológicos, cognitivos y físicos (UNICEF & Pure Earth, 2020). A continuación, se pueden evidenciar las consecuencias en salud de acuerdo con la concentración de plomo en la sangre consolidada en el documento *“The Toxic*



Truth: Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential" (UNICEF & Pure Earth, 2020):

Tabla 1. Efectos en la salud ante diferentes niveles de exposición de plomo

Nivel de plomo en la sangre (mg/dl)	Efectos en la salud
Menores a 5	Disminución en el coeficiente intelectual, bajo desempeño estudiantil, problemas de comportamiento, déficit de atención, hiperactividad, reducción del tamaño del feto (nivel de plomo en la sangre de la materna), insuficiencia renal, contribución a la anemia.
< 10	Retrasos en el desarrollo de la pubertad y toxicidad para el desarrollo.
< 20	Aumento del nivel de protoporfirina eritrocitaria, disminución del metabolismo de la vitamina D, disminución de la homeostasis del calcio.
> 20	Anemia
> 30	Reducción de la velocidad de conducción nerviosa, aumento del metabolismo de la vitamina D, mayor riesgo de hipertensión en la edad adulta
> 40	Disminución de la síntesis de la hemoglobina.
> 50	Consecuencias neurológicas severas.
> 60	Dolor abdominal, intoxicación aguda, pero sin encefalopatía.
> 90	Encefalopatía.
> 105	Consecuencias neurológicas severas.
Mayores a 150	Muerte.

Fuente: Tabla tomada de UNICEF & Pure Earth, 2020

La población objetivo de esta investigación son los niños de 0 a 5 años, se incluyen desde su nacimiento por las consecuencias que puede tener el niño por la exposición de la madre durante los meses de gestación. De acuerdo con las proyecciones de población construidas a partir del CENSO de 2018, para 2022, en Colombia se proyectan 4,699,621 de niñas y niños en este rango de edad (DANE, s. f.-b). Dado que el horizonte temporal de este análisis son 10 años, se utilizarán las proyecciones de población de niños calculadas por el DANE para todos los años de interés, teniendo en cuenta el crecimiento de la población de niños en el tiempo.

En cuanto a la exposición al plomo, en Colombia se ha estudiado el nivel de este metal en la sangre de los niños. Para el caso de exposición a reciclaje de baterías, se encuentra que el 100% de los niños expuestos de manera directa y el 31% con exposición indirecta tenían una concentración de plomo en la sangre superior a 10 mg/dl (Echeverry et al., 2008). En cuanto a la exposición en zonas con actividades industriales o pesqueras se encuentra que existe una mayor proporción de niños con niveles de plomo en la sangre superiores a 5 mg/dl, la cual está entre 40% y 50% (Alvarez-Ortega et al., 2017, 2019; Filigrana & Méndez, 2012; Oliveroverbel



et al., 2007). Sin embargo, a la fecha no se ha realizado una investigación sobre el nivel de plomo en la sangre por exposición a pintura con plomo.

Por tal motivo, para este estudio se aproxima el número de niños en riesgo de exposición y con niveles de plomo en la sangre superiores a 5 mg/dl por medio de estimaciones realizadas a nivel internacional. Por ejemplo, NYU Langone (2022) estimó que en 2013 habían 899.600 niños en riesgo de exposición al plomo, lo cual corresponde a 19.76% de la población colombiana de interés para ese año. Por otro lado, *Global Alliance on Health and Pollution* (GAHP, 2022) estimó que para 2021, 589,000 niños entre 0 y 19 años presentan niveles de plomo en la sangre superiores a 5 mg/dL, que corresponde a 3.6% de la población colombiana de interés en ese año. Para este análisis, dadas las limitaciones de información en el país, se asume en ambos casos que la proporción de niños mencionada se mantiene en el tiempo.

De acuerdo con el estudio de Morales et al. (2005) y Filigrana & Méndez (2012), los niños que viven en hogares de menores ingreso tienen mayor probabilidad de tener niveles más altos de plomo en la sangre. Por consiguiente, para este estudio se tiene en cuenta la proporción de niños entre 0 y 5 años en condiciones de vulnerabilidad, la cual se calcula a partir de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) de 2021. Esta desagregación permite que en el análisis de sensibilidad se pueda realizar una diferenciación de los impactos de la regulación, asumiendo que los hogares de niños más vulnerables se demoran más tiempo en raspar y repintar que los hogares no vulnerables. Esto se explicará con mayor detalle en la sección de supuestos.

- **Afectaciones sociales**

Una de las afectaciones causadas en los niños por exposición al plomo es de carácter social. Como se evidencia en la Tabla 1, desde concentraciones de plomo en la sangre inferiores a 5 mg/dl se presentan estas afectaciones, como disminución en el coeficiente intelectual o bajo desempeño estudiantil, las cuales son secuelas permanentes e irreversibles para los niños expuestos a plomo a lo largo de su vida. Particularmente para el modelo, se dividió estas afectaciones entre repitencia de un año escolar y educación especial.¹⁰

¹⁰ Cabe mencionar que se opta por modelar estas afectaciones debido a la disponibilidad de información. Sin embargo, se pueden llegar a presentar muchas otras afectaciones sociales, como lo puede ser criminalidad o costos judiciales (Pichery et al., 2011).



En cuanto a la repitencia de año, se obtuvo información del Ministerio de Educación Nacional, a partir de sus estadísticas sectoriales sobre educación en Preescolar, Básica y Media por municipio. Puntualmente, la tasa de repitencia para el año 2021 fue de 5.06% (Min Educación, 2022). Dado que no existe una proyección de esta variable, se utilizó como constante la proporción para cada uno de los años de estudio.

En segundo lugar, la tasa de educación especial se obtuvo de un estudio realizado en Francia, donde Pichery et al. (2011) estimó que el 10% de los niños que tienen una concentración mayor de 100µg/L en la sangre, necesitan educación especial. Para este caso, la educación especial incluye profesores especializados en necesidades educativas especiales y psicólogos. Se asumió esta tasa constante para cada uno de los años analizados y debido a que esta es una afectación que no desaparece con el tiempo, sino que está presente a lo largo de la vida, sus costos se seguirían presentando cada año para cada uno de los niños.¹¹

- **Afectaciones en salud**

De acuerdo con el *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC), a partir de 5 mg/dl de plomo en la sangre se necesita algún tipo de intervención de salud en los niños (CDC, 2022). Por tal motivo, en el modelo se definió que todos los niños entre 0 y 5 años requerirán un tratamiento por diagnóstico leve o grave. Así mismo, la Ley 2041 de 2022 establece que el Estado debe propender para que los niños tengan concentración de plomo por debajo del nivel mencionado anteriormente.

Para determinar la probabilidad de que un niño entre 0 y 5 años requiera un tratamiento por diagnóstico grave se utilizó el estudio de Schwartz & Levin (1991). En este estudio se estimó, para Estados Unidos, las probabilidades asociadas a intoxicación por plomo (la cual corresponde a más de 30 mg/dL de concentración de plomo en la sangre) dada la exposición a pintura con plomo durante las cuatro estaciones del año. Para este modelo, se utilizó el promedio de la probabilidad de intoxicarse en primavera, verano y otoño, la cual es 11.44%. Para el caso de la probabilidad de tratamiento por diagnóstico leve, se calculó usando la regla del complemento, es decir, restando del número uno la probabilidad de que un evento no ocurra.

¹¹ Dada la falta de información sobre los costos de educación especial en el país, el costo anual por niño se calculó sumando el promedio del costo de la educación regular en el país, proporcionado por Min Educación (2019), y se le sumó una desviación estándar.



Para calcular los costos en salud asociados a altas concentraciones de plomo en la sangre, se construyó la ruta de diagnóstico, tratamiento y seguimiento que ocurre con mayor frecuencia en niños entre 0 y 5 años, es decir, un caso promedio. Esto se realizó con base en lo referido por un experto temático especialista en Toxicología de la Subdirección Ambiental del Ministerio de Salud y Protección Social, como se describe en el Anexo 1.

Puntualmente, la ruta de tratamiento inicia con la evaluación médica a aquellos niños que se considere que tienen intoxicación por plomo. La consulta revela las fuentes de exposición ambientales, ocupacionales o recreativas.¹² El diagnóstico es amplio y a la vez un reto porque se consideran otras etiologías como gastroenteritis viral o incluso síntomas insidiosos que se hacen pasar por alto. Según la concentración de plomo en sangre y otros hallazgos de laboratorios¹³, se define la conducta médica, tratamiento y, además, el respectivo seguimiento, donde se debe educar a los familiares sobre signos de alarmas y efectos secundarios, reiterando también la necesidad de eliminar la fuente de exposición.

En cuanto a la modelación de esta ruta de tratamiento en el árbol de decisión, se asumió que, una vez realizado el diagnóstico, se define si la intoxicación es leve-moderado o grave. En el caso de que sea leve-moderado se aplica un tratamiento de suplementos de hierro y calcio. Cuando es grave el caso puede requerir de una hospitalización en promedio, de 15 días, atención médica especializada, atención por enfermería y terapia farmacológica con medicamentos como *Succimer*, *Dimercapol*¹⁴ y *EDTA (ácido etilendiaminotetraacético)* que son utilizados para la terapia de quelación. Finalmente, una vez los niños son tratados se les realiza seguimiento hasta que la fuente de exposición desaparezca; el seguimiento en ambos diagnósticos incluye citas de control y exámenes médicos, pero para el diagnóstico grave se complementa con terapias físicas asociadas a la hospitalización para terapia de quelación y de rehabilitación cognitiva.

¹² En niños entre las edades de 1 y 5 años el riesgo de intoxicación aguda se da por contaminación del agua, en especial por plomería vieja o una casa construida antes de la década de 1960, o la ingestión no intencional de pintura deteriorada (Min Salud, comunicación personal, 22 de agosto de 2022).

¹³ Por ejemplo, anemia, punteado basófilo, protoporfirina eritrocítica elevada (especialmente >250 µg/dl) pruebas de función renal, hepática, radiografía de huesos largos, pruebas neuropsicológicas entre otras.

¹⁴ Este medicamento es un vital no disponible, por lo cual no se pudo acceder a información sobre su precio y, por lo tanto, no se pudo considerar en la estimación de los costos asociados a la ruta de diagnóstico, tratamiento y seguimiento.



Los valores monetarios asociados a esta ruta fueron consultados en la Guía para el Manejo de Emergencias Toxicológicas, la unidad de pago por capitación, el Cubo del estudio de suficiencia de la UPC del Sistema Integrado de Información de la Protección Social (SISPRO) (Min Salud, 2021), Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS) y el Sistema de Información de Precios de Medicamentos (SISMED). Esto permitió construir los costos asociados a las distintas rutas de tratamiento, con sus respectivos costos de seguimiento.

- **Otras fuentes**

Finalmente, otras fuentes de información que fueron usadas para complementar la información fueron, la Resolución No. 2165 de 2016¹⁵ del Ministerio de Salud, que se utilizó para calcular el peso promedio de los niños y niñas entre los 0-5 años (13.95 kg) (Resolución No. 2165, 2016), lo cual fue fundamental para extraer el cálculo del costo por kilogramo de los medicamentos requeridos para poder realizar el seguimiento en salud. Por otro lado, una fuente relevante de información corresponde a los datos históricos de tasa de inflación de Colombia (Banrep, 2022). Esto se utilizó para traer todos los valores a precios reales de 2022 con el objetivo de tener un análisis comparable en el tiempo.

5.2. Justificación de la Metodología

5.2.1. Árbol de Decisión

Para representar y analizar los costos y beneficios de la regulación se partió de la “Guía metodológica para la elaboración de Análisis de Impacto Normativo” (AIN) (DNP, 2021) y el “Manual para la elaboración de evaluaciones económicas en salud” (IETS, 2014). Para este análisis, se construyó un modelo de árbol de decisión que permitió adoptar una mejor decisión por parte del regulador. Este modelo genera una representación gráfica de las posibles alternativas que existen alrededor de un problema. Además, permite construir una aproximación a los costos y beneficios monetarios que cada uno de los desenlaces podría llegar a generar. Es importante mencionar que la estructura de este modelo es sencilla y fácil de interpretar desde diferentes disciplinas, por lo cual permite una mejor comprensión de los resultados.

¹⁵ “Por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad, adultos de 18 a 64 años de edad y gestantes adultas y se dictan otras disposiciones” (Resolución No. 2165, 2016)



No obstante, es necesario establecer los supuestos fundamentales que permiten la elaboración y desarrollo del árbol de decisión.

Como el horizonte temporal de este análisis de costo-beneficio es superior a un año, se requirió implementar la metodología del Valor Presente Neto (VPN) que permitió generar una evaluación y estimación de los “retornos” de las alternativas evaluadas en el árbol de decisión (IETS, 2014). Para este análisis, y de acuerdo con lo propuesto por IETS (2014), se estableció una tasa de descuento del 5% para calcular el VPN de los costos y los beneficios a lo largo de los 10 años.

Adicionalmente, se realizó un análisis de sensibilidad buscando presentar un análisis más robusto del modelo. Principalmente, se construyeron tres arboles de decisiones, adicionales al modelo base, en donde se modificaron los valores y supuestos más significativos del estudio (ver sección de Análisis de sensibilidad). Este ejercicio tuvo un enfoque determinístico, en donde se movieron las variables en puntos y no en probabilidades.

Explorando la literatura alrededor de decisiones de política o análisis de costo-beneficio se encuentra que estos modelos de árbol de decisión son comunes (Por ejemplo en Haddix et al., 2002). Esto se debe a que este tipo de análisis permite generar una comparación de diferentes estrategias o posibles decisiones de intervención y determinar cuál maximiza la función objetivo del regulador; en el contexto actual, esta función objetivo es el beneficio de la sociedad. Además, estos modelos facilitan la presentación del proceso de decisión al hacerlo más explícito, lo cual permite aclarar los supuestos y criterios en los que basa el regulador su decisión.

Particularmente para el contexto de la regulación de niveles de plomo, estos modelos de mediciones del costo-beneficio han sido utilizados previamente, lo que justifica que se emplee esta metodología en el presente estudio. Por ejemplo, Brown (2002) estudió los costos de los beneficios de hacer cumplir las políticas de vivienda para reducir la intoxicación de niños por plomo a través de un modelo de decisión. Otro ejemplo de uso de la metodología en esta misma temática es la investigación de Gould (2009); este autor estimó los impactos de generar campañas alrededor de los peligros de la exposición por plomo en pinturas, en comparación con la inversión que se debe realizar para el control de peligros de pintura con plomo en cada hogar.



5.2.2. Estructura del árbol

En el contexto de este estudio, como ya se ha resaltado anteriormente, se presentaron dos posibles desenlaces, el primero es un escenario donde se establece una regulación que es acogida por todas las empresas y, por tanto, estas inician un proceso de transformación para producir pinturas con menores niveles de plomo. En el segundo escenario el país se mantiene en el *status-quo*, es decir, no se aplica la regulación y, en consecuencia, las pinturas en el mercado no cumplen los estándares mínimos de niveles de plomo, lo cual tendría repercusiones sobre la salud de los niños entre los 0-5 años, objeto de este análisis.

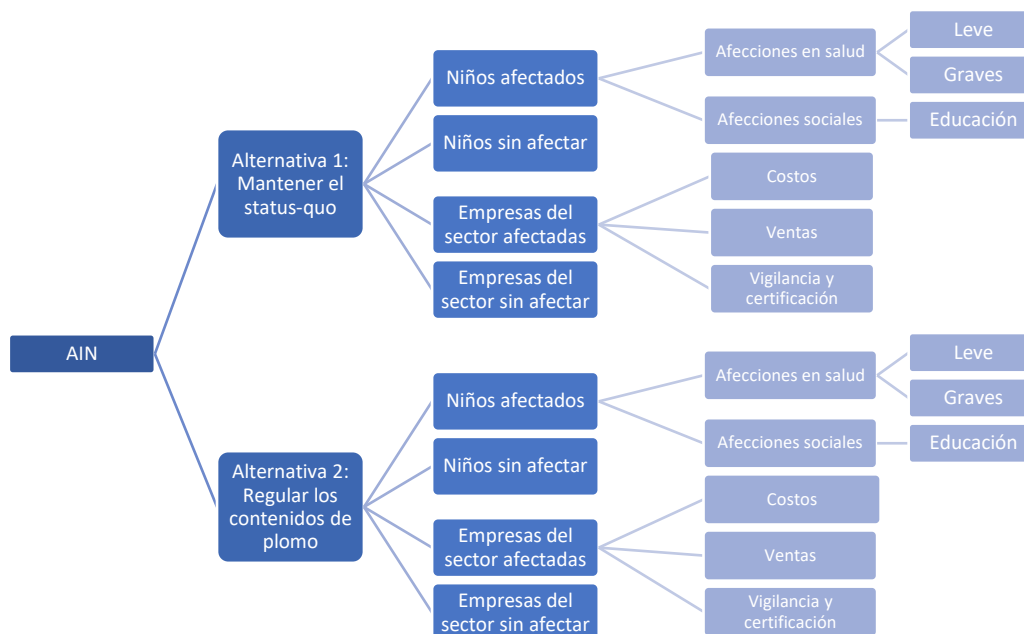
Ahora bien, a partir de las posibles decisiones que tome el regulador, regular o no regular la concentración de plomo, se construyen las principales ramas del árbol de decisión. Ambas ramas comparten la misma estructura y desenlaces, como se representa en la Gráfica 1,¹⁶ la principal diferencia radica en los cambios que se generan sobre las empresas y la afectación esperada sobre los niños en el largo plazo en el contexto regulado.

El árbol consta de una proyección de 10 años.¹⁷ Para cada uno de estos años hay unos supuestos, que se presentan en la siguiente subsección que permiten adaptar el modelo a la realidad. Adicionalmente, también van cambiando las principales variables del modelo, como lo son los costos, ventas, cantidades y probabilidades. Cabe resaltar que en este modelo de árbol de decisión se realiza un análisis de sensibilidad donde se desarrollan 3 escenarios adicionales, que se explican con mayor detalle en la sección resultados.

¹⁶ Hay detalles particulares que pueden cambiar entre escenarios, por ejemplo, la aparición de costos de certificación y transformación. Sin embargo, la estructura general del árbol es la misma para ambas ramas.

¹⁷ Se escoge un horizonte temporal de 10 años debido a que se prevé que la regulación pueda llegar a tener un impacto en mediano y largo plazo, por lo que los impactos se pueden verse reflejados hasta 10 años después. No se opta por un rango mayor debido a la complejidad de modelar los costos sociales, salud y del mercado laboral.

Gráfica 1. Estructura general del árbol de decisión



Fuente: Elaboración propia junto al Ministerio de Salud

En general, el primer nodo se divide en dos ramas según desenlace a observar en los niños y las empresas. Frente a la primera, se presenta el universo de niños en Colombia durante el periodo de estudio, empezando desde el rango de edad de 0-5 años, se inicia el año 1 con la proyección de población de niños de 2022, la cual es de 4,699,621 y aumenta de acuerdo con las proyecciones del DANE (DANE, s. f.-b).¹⁸ Posteriormente, se divide este nodo en dos, los niños expuestos y no expuestos, lo cual permite calcular el número de niños en riesgo de exposición; la tasa de exposición que se tiene en cuenta para este análisis es de 19.76% (NYU Langone ,2022).

Del nodo de niños expuestos se desprenden tres nodos adicionales. Dos de estos nodos son complementarios dado que consideran la vulnerabilidad de los niños, a partir de la tasa de pobreza, la cual corresponde a 55.94% y se mantiene constante

¹⁸ Dado que el modelo analiza los efectos de la regulación en los niños de 0-5 en un periodo de 10 años, este rango de edad debe cambiar a medida que avanzan los años, considerando que cada niño cumple un año en el siguiente perdido. Esto con el objetivo de analizar el impacto de la regulación sobre el *stock* de niños iniciales; también se tiene en cuenta el flujo de niños “nuevos” que entran al modelo.



en los 10 años de estudio (DANE, 2021b).¹⁹ El tercero es independiente y representa las afectaciones sociales que pueden derivar de la exposición por plomo, donde el 100% de los niños expuestos tienen estas afectaciones (UNICEF & Pure Earth, 2020).²⁰ De este tercer nodo se derivan las afectaciones relacionadas con la educación, específicamente tasas de repitencia escolar, la cual es de 5.06% (Min Educación, 2022), y educación especial, donde se estima que el 10% de los niños la requieren (Pichery et al., 2011). En cuanto a los dos nodos mencionados inicialmente, de cada uno de ellos se construyen dos nuevos elementos donde se separa a aquellos niños con niveles de plomo superiores o inferiores a 5 mg/dl en la sangre teniendo en cuenta que la probabilidad de tener concentraciones superiores a este valor es de 3.6% (GAHP, 2022). Esta división responde a lo establecido Ley 2041 de 2020 y al nivel de plomo en la sangre desde el cual se necesita alguna intervención en salud de acuerdo con lo definido por el CDC (CDC, 2022).

Finalmente, aquellos niños que presenten niveles en la sangre mayores a 5 mg/dl van a desarrollar afectaciones en salud que pueden ser graves (mayores de 30 mg/dl) en el 11.4% (Schwartz & Levin, 1991) de los casos o leves-moderadas en el 88,6%. A su vez se desencadenarán secuelas, que se generan a lo largo del tiempo y se relacionan con alteraciones cognitivas, de crecimiento, trastornos del neurodesarrollo o discapacidad las cuales estarán asociadas al nodo de afectaciones sociales mencionados anteriormente (Min Salud, comunicación personal, 22 de agosto de 2022).

Ahora bien, en cuanto a las empresas, la estructura del árbol es más sencilla. El nodo principal lo compone el universo de empresas por año, para el primer año son 533 (DANE, 2021a) y tendrán una tasa de crecimiento de 13% para el periodo de estudio (CNPML, 2020). De este se desprenden dos nodos adicionales, relacionados a los costos de vigilancia y certificación, y los valores económicos de las empresas. En relación a este último, los costos e ingresos de las empresas se dividen considerando su tamaño (micro, pequeña y mediana empresa), a partir de las definiciones de la Ley 1450 (2011), que de acuerdo con la EAM del DANE (2020), el 8.96% de las empresas son micro, el 49.25% pequeñas y el 41,79% medianas.²¹ Esta división se hace con base al estudio del sector realizado por CNPML (2020),

¹⁹ Se considera esta división debido a que Filigrana & Méndez (2012) encuentran que aquellos hogares con una posición socioeconómica baja tienen mayor probabilidad de tener niveles de plomo más altos en la sangre.

²⁰ Se asume que todos los niños expuestos desarrollan afectaciones sociales.

²¹ Microempresa: Personal no superior a 10 trabajadores, pequeña empresa: Personal entre 11 y 50 trabajadores y mediana empresa: Personal entre 51 y 200 trabajadores.



donde encuentran que los grupos de empresas, dependiendo de su tamaño, tienen una composición distinta del número de empresas que aún producen pinturas que contienen más de 90 partículas por millón (ppm). Los datos del CNPML estiman que las proporciones de pinturas que requieren de una transformación en su proceso productivo de acuerdo con el tamaño de la empresa son: microempresas 69.2%, pequeñas 61.4%, medianas 50% y grandes 39%.²²

El lector podrá encontrar en los anexos los detalles de los árboles de decisión para el periodo analizado para el caso base (Ver sección de Anexos).

5.2.3. Supuestos del árbol de decisión

Como el árbol de decisión de este estudio es un modelo que simplifica la realidad, se realizaron los siguientes supuestos:

1. Niños:

1.1 La única fuente de exposición al plomo es la pintura.

1.2 A aquellos que ingresan al sistema de salud por altos niveles de plomo en la sangre (superior a 5 mg/dl), se les realiza un diagnóstico leve-moderado o grave²³. En ambos casos, los niños reciben una única vez en la vida el tratamiento, dado que la sensibilización sobre las precauciones que hace el médico a los padres o acudientes son implementadas y no se requiere realizarlo nuevamente, por tal motivo, no existen costos de recurrencia²⁴ y los costos de

²² Este dato se calcula a partir del promedio entre el dato de empresas medianas y grandes expuesto por el CNPML.

²³ El modelo simplifica la realidad y divide el diagnóstico desde 5 mg/dl, sin embargo, es importante aclarar que en la realidad la CDC recomiendan que en cualquier concentración se optimice la nutrición para reducir la absorción de plomo: evite el ayuno; dar una dieta suficiente de hierro, calcio, vitamina C, suplemento de hierro y calcio según sea necesario. Adicionalmente, se requiere que se examinen a todos los niños que reúnen los requisitos médicos con limitaciones psicosociales o niveles de vulnerabilidad, se pueden resaltar los siguientes según concentraciones: menos de 9 mg/dl las medidas recomendadas son medidas preventivas y seguimiento clínico en un año. Notificación es obligatoria; entre 10 a 14 mg/dl las medidas recomendadas son medidas preventivas, seguimiento clínico y control 3 meses. Notificación es obligatoria; entre 15 a 19 mg/dl las medidas recomendadas son medidas preventivas y seguimiento clínico con gestión de peligros. Notificación es obligatoria. Entre 20 a 44 mg/dl las medidas recomendadas son medidas preventivas y seguimiento clínico con gestión de peligros, investigación ambiental, valoración médica periódica. Notificación es obligatoria; entre 45 a 69 µg/dl Evaluación clínica; educación y manejo de casos en un plazo de 48 horas, investigación ambiental, control del peligro de plomo; terapia quelación. Notificación es obligatoria; mayor de 70 µg/dl Hospitalizar al niño; terapia de quelación inmediata; educación; investigación ambiental y control de peligros de plomo. La notificación es obligatoria para iniciar la inspección y reducción de la vivienda según sea necesario, eliminación de pintura con plomo en el hogar.

²⁴ El modelo es conservador dado que en la realidad en todos los casos existen secuelas irreversibles que requieren de seguimiento por equipos interdisciplinarios (terapia ocupacional, física, medicina espiralizada,



diagnóstico y tratamiento solo aplican para los niños nuevos²⁵ que ingresan al sistema de salud.

- 1.3 Para el año en que se diagnostican se realizan 2 seguimientos dado que, en promedio, todos los niños han recibido el tratamiento a mitad de año.
- 1.4 Para los años subsiguientes se realiza seguimiento cada 3 meses hasta que la fuente de exposición desaparezca.
- 1.5 En cuanto a las afectaciones sociales, los niños solo pierden un año escolar como consecuencia de su exposición al plomo.
- 1.6 A partir del año 5, todas las casas rasparon y repintan nuevamente las paredes con pintura que cumple con los niveles de plomo establecidos en la regulación, por tal motivo, la fuente de exposición desaparece y no hay nuevos niños que ingresen al sistema de salud por intoxicación debido a altos niveles de plomo en la sangre. No se tiene en cuenta la intoxicación por plomo que se puede generar como consecuencia del raspado de la pintura.
- 1.7 Para aquellos que ingresaron al sistema de salud por altos niveles de plomo en la sangre entre el año 1 y 4, solo requieren un seguimiento adicional donde se evidencia que ya no están expuestos al plomo, sin embargo, continúan teniendo afectaciones sociales por toda su vida (la afectación sobre el IQ (Cociente intelectual) no es reversible).
- 1.8 Para el caso de la repitencia escolar se asume que los niños que del año 1 al 4 ingresaron al sistema de salud, cada año, aleatoriamente el 5.06% de ellos pierde el año escolar, y aquellos que tuvieron que acceder a educación especial, la continúan recibiendo por el resto de su vida.

2. Empresas:

- 2.1 Todas las empresas productoras de pintura con plomo se adhieren a la regulación y durante el año 1 realizan la transición para adaptarse a la política de regulación. Por tal motivo, solo en este año incurren en los costos de transformación que para este estudio están asociados a los costos y gastos de producción, los cuales aumentan de acuerdo con el incremento en precios como consecuencia de la regulación; para que esto ocurra se asume que hay competencia perfecta en el mercado de pintura.

neuropsicología, etc.). Además, puede existir un sobre costo en el control y seguimiento permanente en todos los pacientes.

²⁵ Los niños nuevos son aquellos mayores a un año que no habían sido diagnosticado en años anteriores y los que nacen con altos niveles de plomo en la sangre.



- 2.2 A partir del año 2, no hay empresas afectadas ya que las nuevas que ingresan al mercado entran con su pintura reformulada que cumple con los estándares definidos en la regulación.
- 2.3 Como consecuencia de la regulación, las empresas deben certificar cada lote de pintura que producen, por lo cual se asume que estas producen un lote trimestralmente, es decir, 4 lotes al año.
- 2.4 Se asume para el modelo que no hay variaciones exógenas como: ahorro, costos adicionales, avances en tecnología, entre otros.

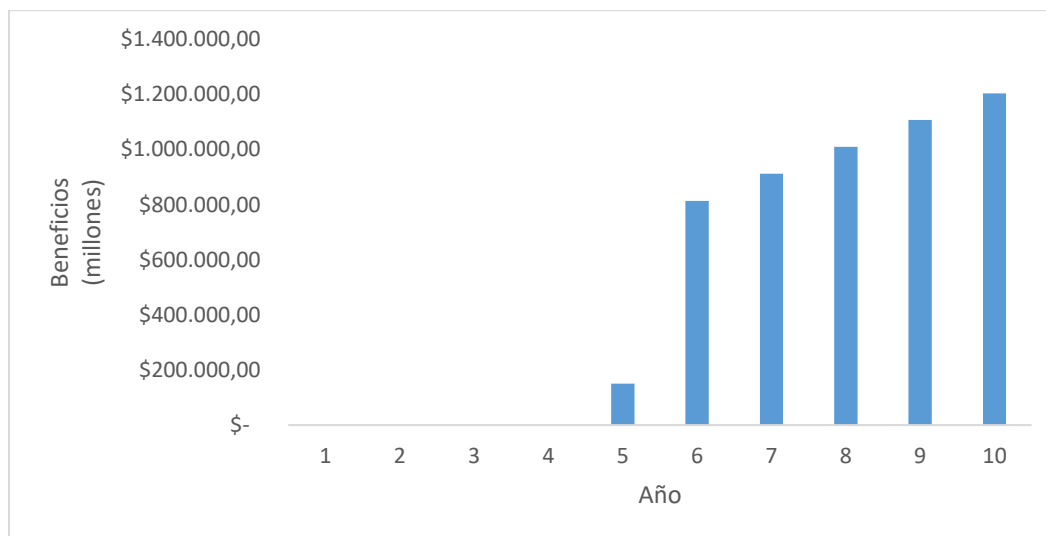
5.2.4. Beneficios de las alternativas

El principal beneficio de la regulación de los niveles de plomo en pintura es de carácter social, al garantizar que los niños y niñas puedan tener un desarrollo físico, intelectual y salud adecuado. Ahora bien, para el presente modelo, la aproximación a este beneficio se cuantificó a partir de los ahorros del sistema de salud, que se derivan de la reducción de niños con altos niveles de plomo en la sangre en el escenario regulado con respecto al no regulado. Por otro lado, y en menor medida, también tiene una incidencia importante en los beneficios, los ahorros en el sistema educativo.

En cuanto a las empresas, dado que se asume que no hay variaciones exógenas o que las ventas seguirán el mismo patrón en ambos escenarios, como se mencionó en la sección de supuestos, no se genera una variación entre los resultados de costo-beneficio entre escenarios y, en consecuencia, no existen beneficios.

En la Gráfica 2 se observa el aumento del ahorro que tendría el sistema de salud y educativo ante la presencia de la regulación. En los primeros años los beneficios son nulos, debido a que hasta el año 4 es donde los hogares ya han raspado y repintado sus hogares con pintura que cumple con los niveles de plomo. Después de este año, en año 5, se ve un incremento marginal de los beneficios, debido a que para este año se realiza un seguimiento médico adicional a los niños que ingresaron al sistema de salud entre el año 1 y 4. En años posteriores el incremento de los beneficios es significativo, evidenciando la necesidad de aplicar una regulación sobre los niveles de plomo en las pinturas.

Gráfica 2. Ahorros del sistema educativo y salud dada la regulación



Nota: Los valores están en precios reales de 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del modelo

5.2.5. Costos de las Alternativas

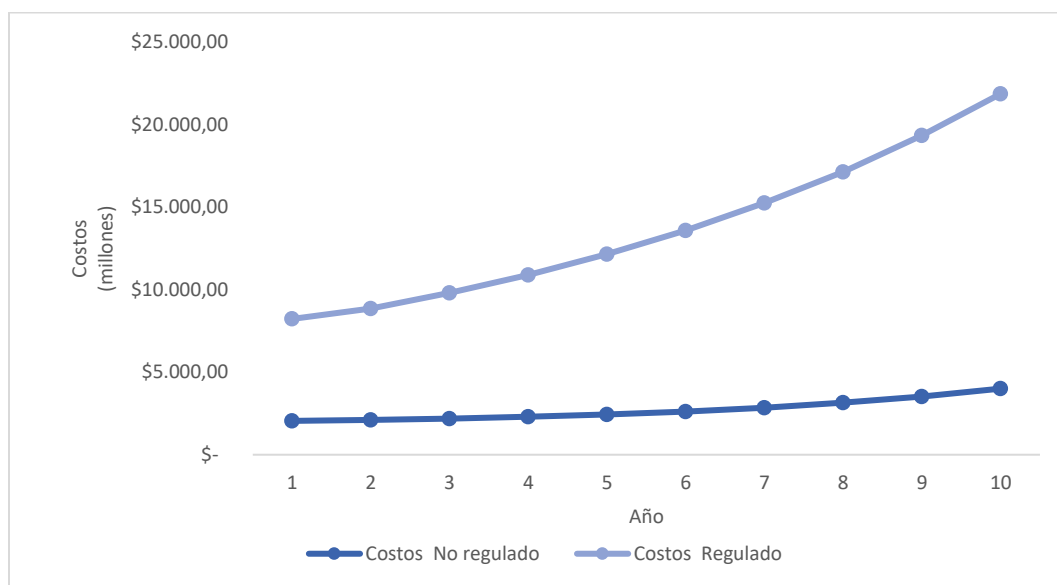
Los costos asociados al modelo de decisión pueden presentarse desde tres dimensiones, las empresas, vigilancia y control, y los niños. Por parte de las empresas, estas incurren en dos tipos de costos, costos de transformación y costos de certificación. Al mismo tiempo, el Estado debe verificar, una vez entre la regulación en rigor, que las empresas produzcan la pintura con los niveles de plomo establecidos. Por el lado de los niños, hay dos tipos de costos, permanentes porque las afectaciones sociales (educación especial y repitencia) se mantienen a lo largo de la vida; y transitorios porque los niños inician una ruta de tratamiento cuando les diagnostican un alto nivel de plomo en la sangre y salen de esta cuando desaparece la fuente de exposición.

Ahora bien, específicamente para las empresas, la Gráfica 3 presenta el comportamiento de los costos para los dos escenarios propuestos. Como se puede apreciar, los costos siempre serán mayores en el contexto regulado en comparación con el no regulado, esto se debe a que en este se asume que las empresas deben cubrir dos costos adicionales, relacionados a la transformación de su proceso productivo, para producir pinturas con los niveles de plomo establecidos, y de certificación. En cuanto al primero, como bien se detalló en la sección de supuestos, se asume que las empresas transforman su proceso productivo en el primer año en

el que se establece la regulación, por eso se presenta un leve incremento entre el año 1 y 2.²⁶ Este aumento en costos se calculó a partir del incremento esperado de la regulación sobre los precios, que equivale al 88.03% (Proyecto regional pinturas libres de plomo, s. f.).

En cuanto a los costos de certificación son los que generan la principal disparidad entre los costos de las dos alternativas (regulado o no regulado). Se asume un costo de \$2,800,000 por lote producido por cada empresa. Como se resaltó en secciones anteriores, se asume que las empresas producen 4 lotes al año, lo que representa un costo promedio anual por empresa de \$11,200,000, en costos de certificación de sus productos.

Gráfica 3. Costos totales asociados a las empresas



Nota: Los valores están en precios reales de 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados del modelo

El costo de vigilancia y control se compone, en principio, por los costos asociados a la contratación de personal por parte de la SIC que, de acuerdo con la información proporcionada por esta entidad, para realizar esta labor se requiere la contratación de ingenieros, abogados y profesionales encargados del trámite de registro de importación a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE). La Tabla

²⁶ No toda la producción de pintura de las empresas debe surtir un cambio en su proceso productivo, solo aplica para la proporción de pinturas que tienen una concentración de plomo por encima de 90ppm.



2 presenta el costo total asociado a la vigilancia por parte de SIC en los últimos 5 años. Para este estudio se tomaron los valores correspondientes a 2022, que corresponden a \$2,913,852,272 por año.

Tabla 2. Costos asociados a la vigilancia y control

Año	Trabajadores	Costo total
2018	41.00	\$ 2,050,478,872.00
2019	45.00	\$ 2,203,152,333.00
2020	48.00	\$ 2,290,946,667.00
2021	51.00	\$ 2,466,218,638.00
2022	54.00	\$ 2,913,852,272.00

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de comunicación personal con la SIC, (comunicación personal, septiembre de 2022)

Para el caso de los niños, la Tabla 3 resume el costo individual promedio, en precios reales de 2022, para el tratamiento grave y leve-moderado de la ruta de tratamiento de los niños ante una exposición por plomo. En promedio, un tratamiento grave tiene un costo anual de \$24,000,000 y el leve-moderado de \$2,300,000, teniendo en cuenta el diagnóstico y la realización de 4 seguimiento en el año.

Tabla 3. Costo por individuo de la ruta de tratamiento ante exposición por plomo en niños

Paso	Estado del procedimiento	2022
Paso 1	Diagnóstico *	\$ 668,059.87
Paso 2.1	Tratamiento por diagnóstico grave	\$ 17,000,931.88
Paso 2.2	4 seguimientos por diagnóstico grave	\$ 6,545,036.15
Paso 2.3	2 seguimientos por diagnóstico grave**	\$ 3,321,085.35
Paso 2.4	Tratamiento por diagnóstico leve	\$ 80,332.96
Paso 2.5	4 seguimientos por diagnóstico leve	\$ 1,644,977.11
Paso 2.6	2 seguimientos por diagnóstico leve**	\$ 822,488.55

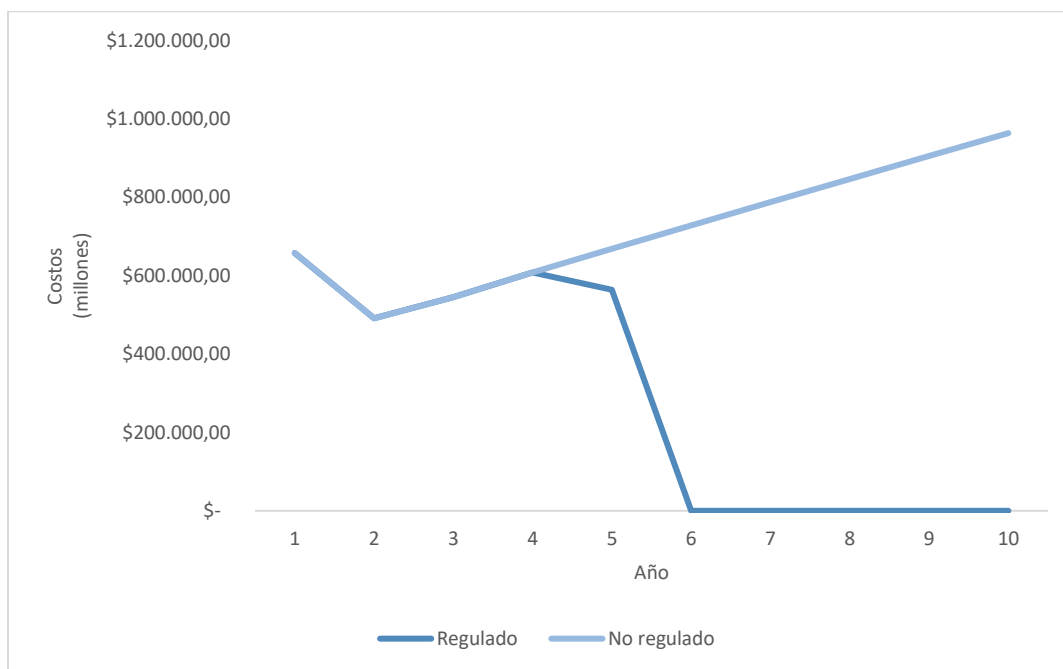
Nota: * El diagnóstico se realiza para todos los niños que entran al sistema y se compone de dos partes: los exámenes de identificación y consulta especializada. ** Se asume que en el año de diagnóstico solo se alcanza a realizar dos seguimientos sobre los niños con altas concentraciones de plomo en la sangre. Los valores están en precios reales de 2022.

Fuente: Elaboración propia a partir de reunión con experto toxicólogo (Min Salud, comunicación personal, 22 de agosto de 2022).



Para ilustrar estos costos, la Gráfica 4 presenta los costos de salud a lo largo del periodo estudiado. Se puede apreciar que hasta el año 4, el crecimiento en el contexto regulado y no regulado es el mismo. Sin embargo, después de este periodo, dado que los hogares raspan y pintan las paredes de los hogares, la fuente de exposición desaparece. Por tal motivo, En el año 5 hay un leve decrecimiento de los costos debido a que en este solo se debe realizar un seguimiento adicional a los niños que ingresaron al sistema de salud en los cuatro primeros años como consecuencia de su exposición al plomo; después de este periodo, el sistema de salud no recibe nuevos niños con altos niveles de plomo en la sangre y, por ende, los costos de esta rama son nulos.

Gráfica 4. Costos de la ruta de tratamiento



Nota: Los valores están en precios reales de 2022.

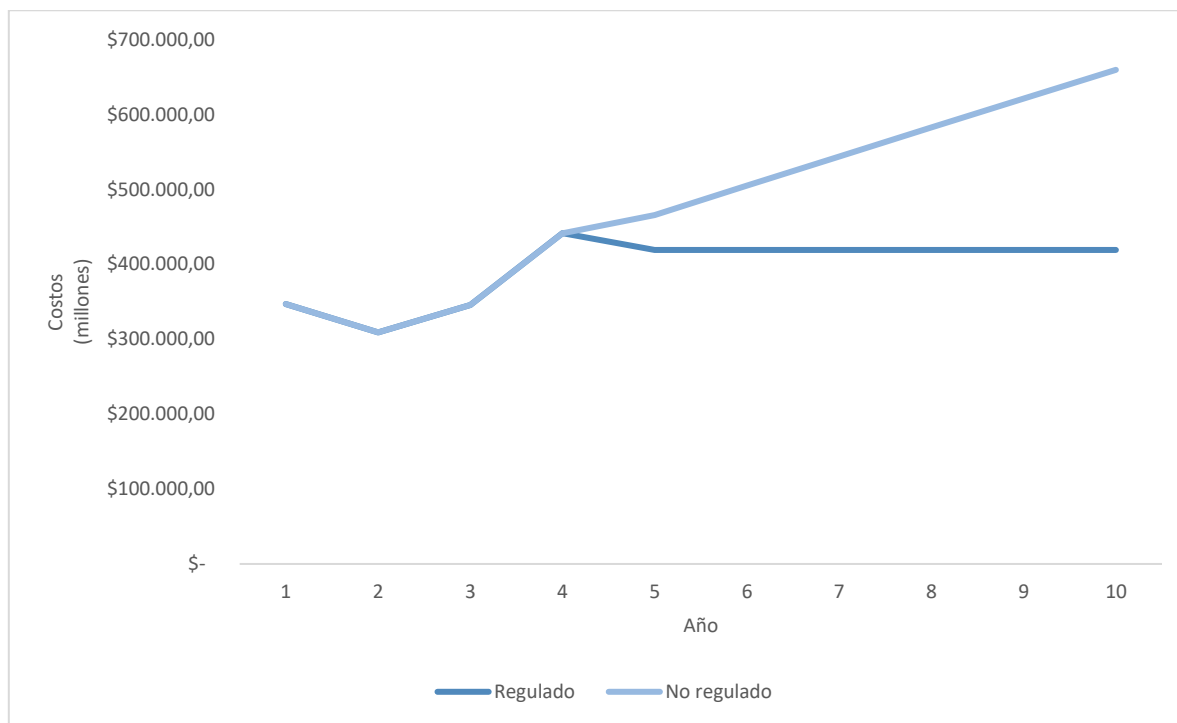
Fuente: Elaboración propia

En otro orden, los costos sociales están compuestos por la repitencia escolar y educación especial. Se asume que el 5.1% de los niños expuestos al plomo repiten año y que el 10% accede a educación especial (Min Educación, 2022; Pichery et al.,

2011). En promedio, para cada niño el costo anual de repetir un año es \$2,026,569 (Min Educación, 2019), y el de acceder a educación especial es de \$2,712,296.²⁷

La Gráfica 5 presenta el comportamiento de los costos asociados a este rubro. Como se puede apreciar, hasta el año 4 el comportamiento de estos costos es igual tanto en el contexto regulado como no regulado. Después de este año, ante la eliminación de la fuente de exposición hay una disminución de los costos sociales. No obstante, como se mencionó anteriormente, este valor no se reduce en su totalidad dado que las secuelas sociales de los altos niveles de plomo en la sangre son permanentes. Sin embargo, difiere del escenario no regulado porque al no existir la fuente de exposición no hay nuevos niños que tengan estas afectaciones como consecuencia de la concentración de plomo en la sangre.

Gráfica 5. Costos sociales (educación especial y repitencia)



Nota: Los valores están en precios reales de 2022.

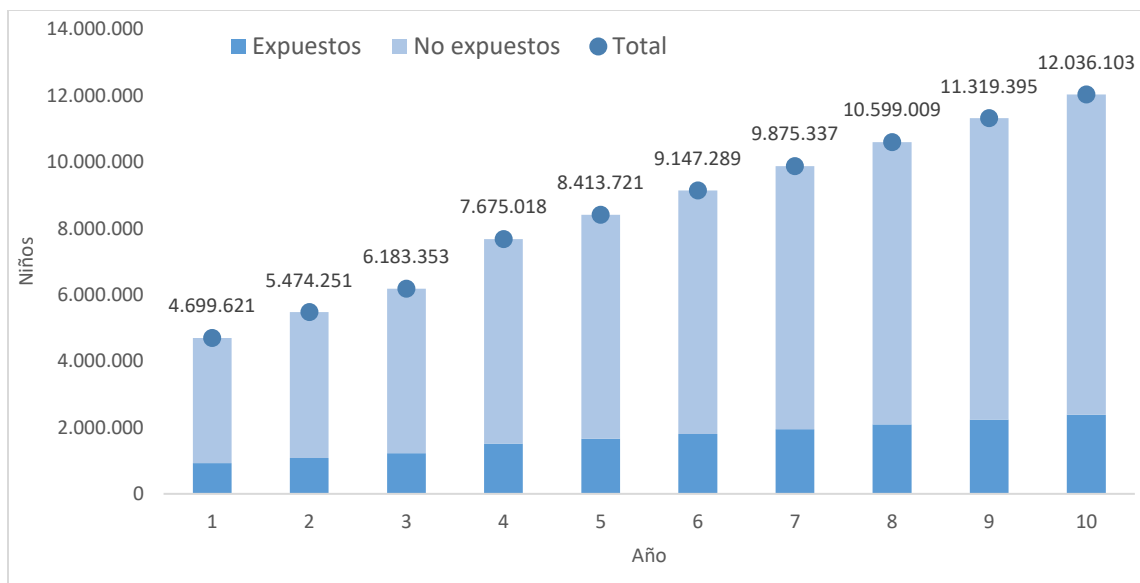
Fuente: Elaboración propia

²⁷ Este costo anual se calcula a partir de los costos de la matrícula para colegios regulares. Dada la falta de información, se asume que el costo de la educación especial es una desviación estándar más que la media de la educación regular.

5.3. Resultados

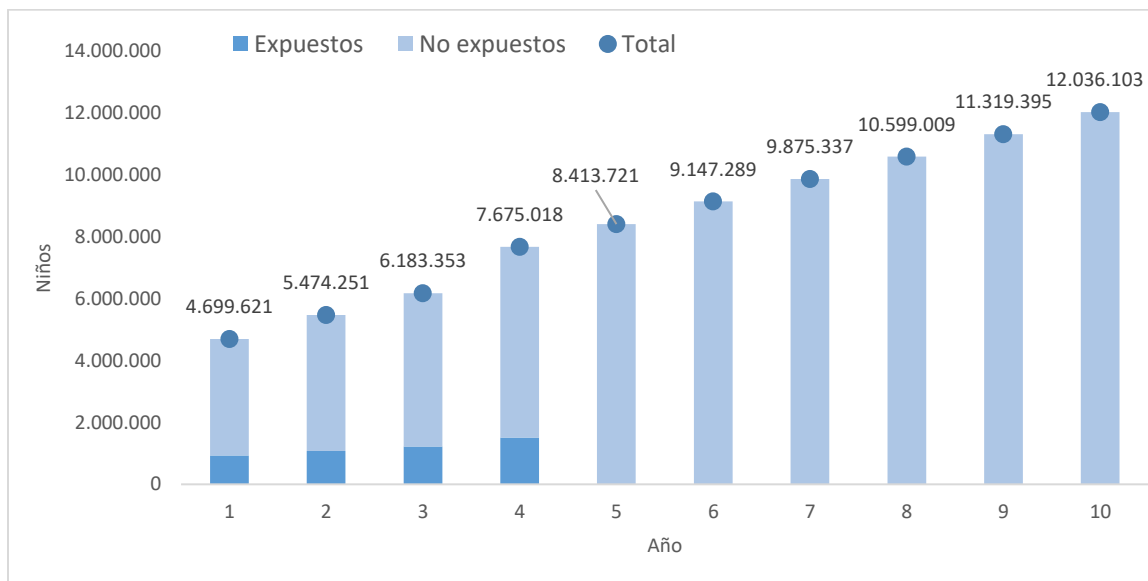
Los resultados del modelo se pueden dividir en los cambios de las cantidades y de los valores monetarios. Las cantidades son representadas por el número de niños que no entraron al sistema de salud o no tuvieron afectaciones sociales relacionadas a la educación como consecuencia de la regulación. Por parte de los valores monetarios, esto es representado a través del valor presente neto de los beneficios. Ambos elementos en el modelo presentan evidencia relevante en favor de la regulación.

Gráfica 6. Niños expuestos a plomo – Contexto no regulado



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 7. Niños expuestos a plomo – Contexto regulado

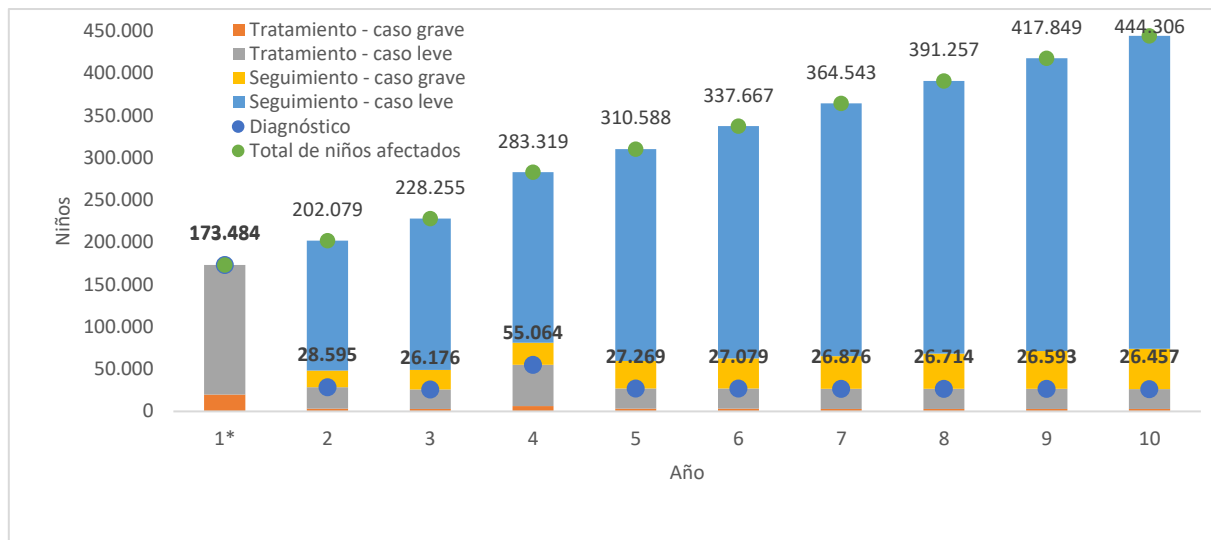


Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 6 y la Gráfica 7 presentan el número de niños expuestos a plomo en los dos escenarios, como se puede apreciar, en el escenario no regulado, la proporción de niños expuestos crece constante a lo largo del periodo de estudio, afectado, en promedio, entre 1,000,000 y 2,400,000 de niños. No obstante, si se opta por una regulación, el número de niños con altos niveles de plomo en la sangre decrece de forma significativa después del año 4, una vez los hogares raspan y repintan los hogares, se elimina la fuente de exposición.

Por otro lado, también hay repercusiones directas de la regulación en las afecciones de salud. Como se mencionaba en secciones anteriores, la regulación tiene impacto positivo sobre la salud de los niños al eliminar la fuente de exposición, como se presenta en la Gráfica 8 y la Gráfica 9 que, en el contexto regulado, después del año 4, el número de niños con afectaciones en salud se reduce drásticamente y para años subsiguientes la incidencia de salud del plomo en pinturas es nula, en comparación del contexto no regulado, donde las afectaciones aumentan a medida que pasan los años.

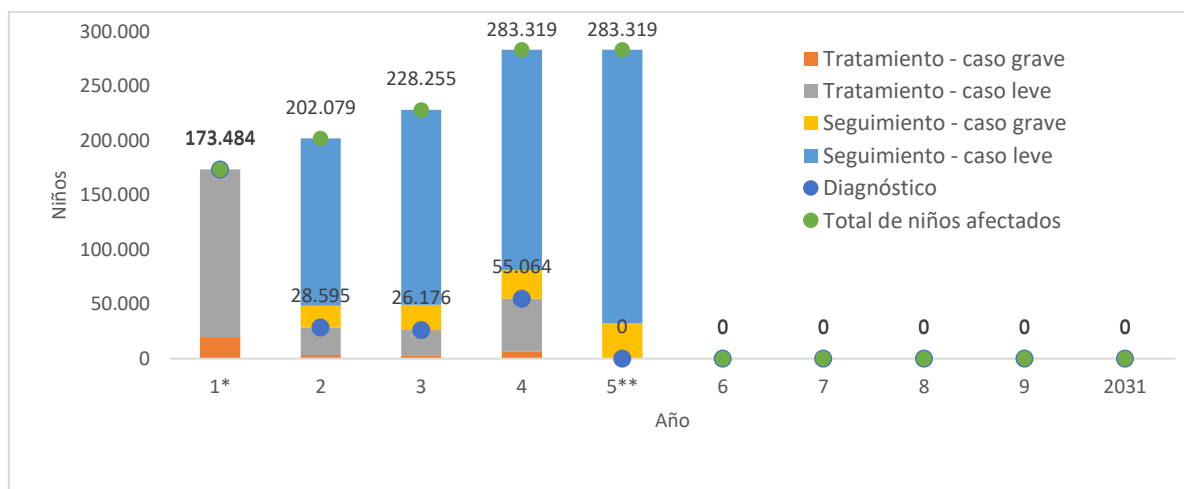
Gráfica 8. Afectaciones en salud de los niños expuestos a plomo – Contexto no regulado



Nota: *Para el primer año todos los que recibieron un tratamiento grave o leve tuvieron 2 seguimientos.

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 9. Afectaciones en salud de los niños expuestos a plomo – Contexto regulado



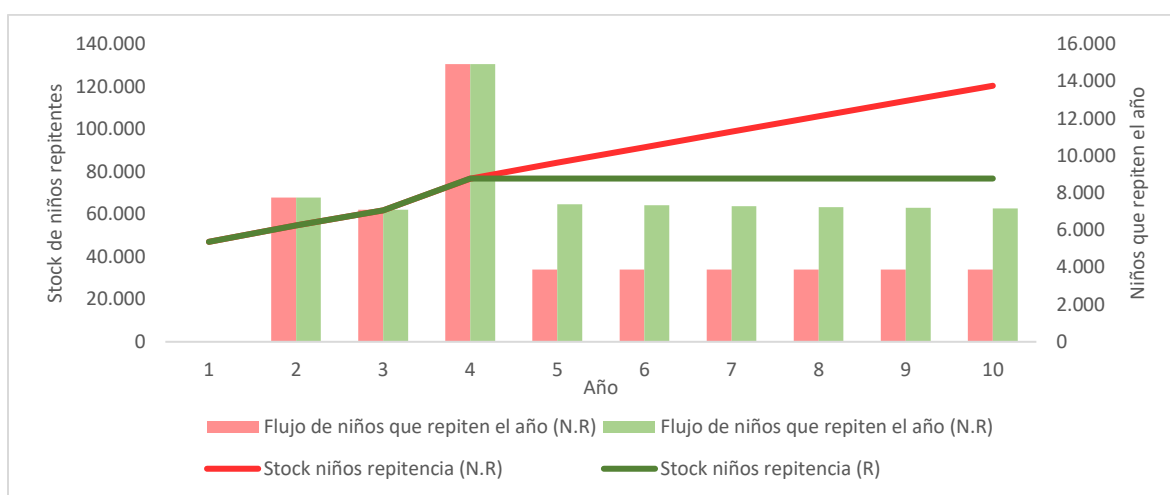
Nota: *Para el primer año todos los que recibieron un tratamiento grave o leve tuvieron 2 seguimientos.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el último elemento de las cantidades está relacionado a la repitencia escolar y la educación especial. Este es un tema central en la discusión, dado que las afectaciones sociales son permanentes, por tanto, eliminar la fuente de exposición a tiempo puede reducir el número de niños que tienen impactos sociales

en el largo plazo. Esto se muestra en la Gráfica 10 y Gráfica 11, donde se observa que la regulación tiene una incidencia directa sobre el número de niños que resultan con una afectación social. Después del año 5 se presenta una importante reducción en los niños expuestos, lo que reduce la proporción de niños que tienen afectaciones sociales. No obstante, dado que los impactos sociales son permanentes, los costos, tanto para repitencia escolar como educación especial, serán constantes para el resto de los periodos.

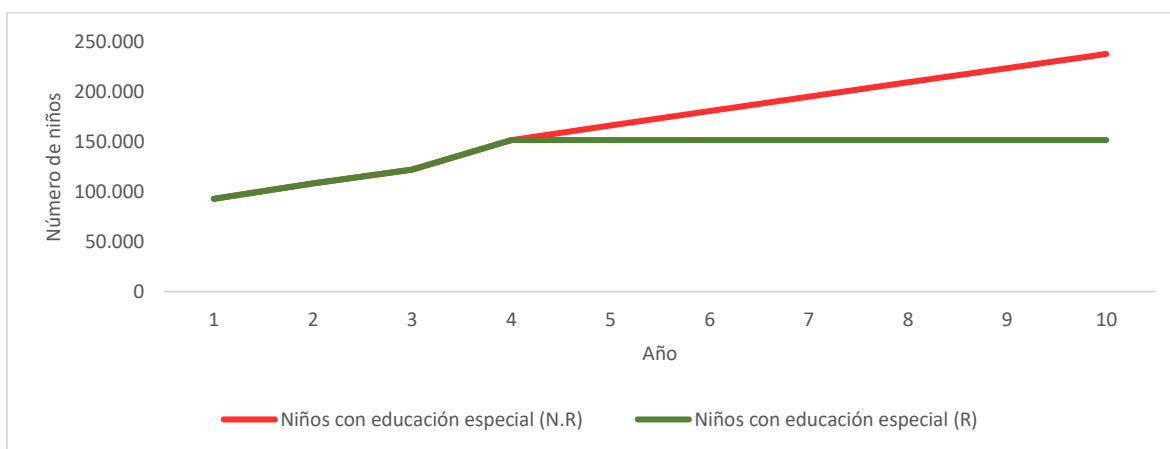
Gráfica 10. Afectaciones sociales: Repitencia escolar



Nota: N.R – No regulado, R – Regulado. Los valores están en precios reales de 2022.

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 11. Afectaciones sociales: Educación especial



Nota: N.R – No regulado, R – Regulado. Los valores están en precios reales de 2022.

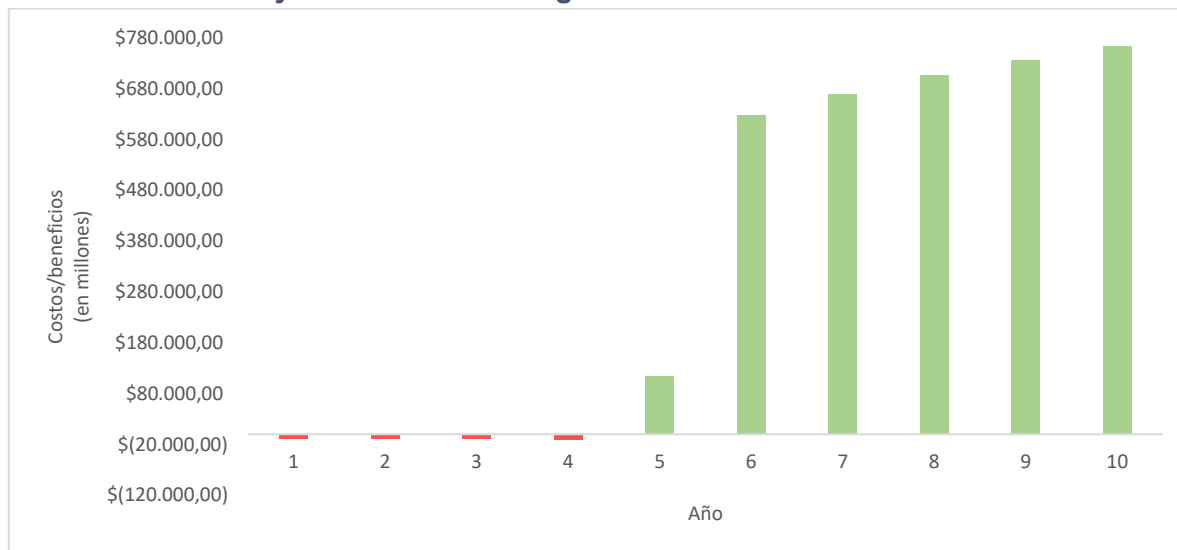
Fuente: Elaboración propia



Cabe resaltar que el comportamiento de quienes repiten año y deben acceder a educación especial es diferente. Por el lado de los repitentes, se asume que, del conjunto de niños afectados, cada uno tiene un 5.06% de probabilidad de repetir un nivel cada año. Por el lado de la educación especial, se supone que una vez un niño requería este tipo de educación la va a requerir para toda la vida, por tanto, la variación de la cantidad en este rubro solo se da debido a la entrada de nuevos niños intoxicados por plomo que requieran este tipo de educación.

Uno de los factores que permite que la regulación sea viable, es que la diferencia entre los costos y beneficios a lo largo del periodo de estudio, una vez aplicada la tasa de descuento del 5%, debe ser mayor a cero. Esto da evidencias de que el proyecto de regulación es factible y, por lo tanto, debe ejecutarse. La Gráfica 12 presenta los cálculos de los costos y beneficios para cada uno de los años del modelo. Se puede apreciar que, en un primer momento, del año 1 al 4 las estimaciones arrojan que los costos son mayores al beneficio, esto se debe a que en este periodo las empresas asumen los costos de transformación y deben certificar su producción, por otro lado, la fuente de exposición sigue presente. No obstante, en el momento que los hogares repintan, la tendencia cambia y el modelo comienza a mostrar beneficios positivos. En términos agregados, una vez se aplica la sumatoria de los beneficios de los 10 años, el VPN indica que el “retorno” de invertir en la regulación es positivo, y por lo tanto se debe implementar. Particularmente, el valor presente neto calculado fue alrededor de 3.5 billones de pesos.

Gráfica 12. Costos y beneficios de la regulación



Nota: Los valores presentados ya se les aplico la tasa de descuento del 5%. Los valores están en precios reales de 2022.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para resumir los resultados del modelo, la Tabla 4 presenta el valor presente de los costos y beneficios para cada uno de los años del estudio. Como se puede observar, los costos decrecen más que proporcionalmente en el contexto regulado con respecto al *status-quo*, especialmente después del año 4 de entrada en vigencia la regulación. Por parte de los beneficios, estos se mantienen igual tanto en el contexto regulado como no regulado. Sin embargo, hay que tener presente que los beneficios de este estudio no tienen en cuenta los ingresos adicionales que pueden tener las empresas por la ventaja comercial de producir pinturas sin plomo dado que les permite vender su producción en países donde existe una regulación en este tema (OMS, 2020). Por tal motivo, los beneficios de la regulación sobre el nivel de plomo que pueden tener las pinturas pueden ser mayores.

Tabla 4. Consolidado árbol de decisión

Año	No regulado		Regulado	
	Beneficios	Costos	Beneficios	Costos
1	\$ 17,914,156,650.69	\$ 1,007,041,951,578.62	\$ 17,833,483,597.79	\$ 1,016,129,332,279.89
2	\$ 20,302,993,636.36	\$ 764,039,689,361.71	\$ 20,302,993,636.36	\$ 773,236,120,096.95
3	\$ 23,026,432,543.51	\$ 809,878,132,789.22	\$ 23,026,432,543.51	\$ 819,429,019,203.73
4	\$ 26,030,357,182.78	\$ 908,758,293,909.63	\$ 26,030,357,182.78	\$ 918,705,774,546.28
5	\$ 29,529,381,860.54	\$ 935,192,354,626.33	\$ 29,529,381,860.54	\$ 821,543,303,610.70
6	\$ 33,463,861,946.98	\$ 968,424,215,713.63	\$ 33,463,861,946.98	\$ 341,408,047,527.68
7	\$ 37,921,651,211.26	\$ 995,857,569,328.21	\$ 37,921,651,211.26	\$ 326,386,516,970.57
8	\$ 42,924,709,693.80	\$ 1,018,040,330,111.44	\$ 42,924,709,693.80	\$ 312,192,465,881.66
9	\$ 48,693,596,925.10	\$ 1,035,607,572,133.86	\$ 48,693,596,925.10	\$ 298,809,486,711.97
10	\$ 55,272,100,037.07	\$ 1,048,994,897,072.27	\$ 55,272,100,037.07	\$ 286,209,895,012.69



Nota: Los valores presentados están en términos de pesos colombianos. Los valores están en precios reales de 2022. Los valores monetarios han sido traídos a valor presente de 2022 a través de una tasa de descuento del 5% (IETS, 2014).

Fuente: Elaboración propia

Análisis de sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad se generó un cambio de las principales variables del modelo, proponiendo un máximo y un mínimo para cada una de estas. Principalmente, se seleccionaron variables que fueron construidas a través de supuestos y que fueran susceptibles a tener una mayor variación en el tiempo. Adicionalmente, cabe resaltar que para la mayor parte de estos nuevos valores propuestos se utilizaron otras referencias bibliográficas que presentaban cifras diferentes para las variables analizadas; esto debido a que eran de otro país o la fecha de publicación no era reciente. En la Tabla 5 y la Tabla 6 se presenta un resumen de las variables que cambian durante los análisis de sensibilidad. Adicionalmente, para este análisis de sensibilidad, dado que el margen de diferencia entre el contexto regulado y no regulado es tan grande, se modelaron los nuevos árboles a partir de un cambio simultáneo de todas las variables expuestas en las tablas. Para la construcción de las tablas se optó por utilizar revisión de literatura para definir los respectivos valores mínimos y máximos de las variables con respecto al caso neutro respectivamente.

Para el análisis de los niños, principalmente se optó por modificar las variables con mayor impacto sobre el bienestar, como lo es el momento donde se repinta el hogar²⁸, la probabilidad de tener una concentración de plomo en la sangre superior a 5 mg/dl, la gravedad del diagnóstico, el número de seguimientos y las variables relacionadas a las afectaciones sociales en educación. Por otro lado, en cuanto a las empresas, se generó una variación sobre las variables relacionadas al porcentaje de empresas que deben transformar su proceso productivo, los costos de certificación por lote y el número de lotes que se producen. Gran parte de estas variables se construyeron a partir de supuestos y, por tanto, existe un margen de error que se pretende cubrir en los análisis de sensibilidad.

²⁸ Esta variable se divide en dos, diferenciando por estado de vulnerabilidad. Esto teniendo en cuenta que los hogares más vulnerables están más expuestos al plomo (Filigrana & Méndez, 2012).

Tabla 5. Análisis de sensibilidad para las variables de niños

Variable	Mínimo	Neutro	Máximo	Observaciones
Repintada y raspada del hogar no vulnerable (año)	3	4	6	(PRISA, 2021)
Repintada y raspada vulnerable (año)	4	4	8	(PRISA, 2021)
Porcentaje de niños > 5 mg/dl	8.2%	18.68%	29.16%	Filigrana & Méndez (2012)
Probabilidad de diagnóstico grave	1%	11.44%	15.8%	(Schwartz & Levin, 1991)
Probabilidad de diagnóstico leve	99%	88.56%	84.2%	Complemento de la fuente de Schwartz & Levin (1991)
Número de seguimientos en el año	2 anuales (1 en el primer año)	4 anuales (2 en el primer año)	6 anuales (3 en el primer año)	Supuesto: Estos seguimientos fueron establecidos en reuniones con el Ministerio.
Tasa de repitencia	2.4%	5.1%	14%	Los valores para la tasa de repitencia se construyeron a partir de las siguientes fuentes de información: Mínimo: (Min Educación, 2022) Máximo: (Evens et al., 2015),
Tasa de educación especial	5%	10.00%	20%	(Pichery et al., 2011)

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de literatura

Tabla 6. Análisis de sensibilidad para las variables de empresas

Variable	Mínimo	Neutro	Máximo	Observaciones
Porcentaje de pinturas a regular empresa mediana	24.4%	45%	65.6%	Dado que el único punto de referencia que se tiene es el de las pequeñas empresas, se utilizó el aumento en 20,6 puntos porcentuales para construir el máximo y mínimo teniendo como referencia el caso base.
Porcentaje de pinturas a regular empresa pequeña	40.8%	61,4%	82%	Un aumento de 20,6 puntos porcentuales Este es el punto de referencia según el paper IPEN (s. f.)
Porcentaje de pinturas a	48.6%	69.2%	89.8%	Dado que el único punto de referencia que tenemos es el de las



Variable	Mínimo	Neutro	Máximo	Observaciones
regular empresa micro				pequeñas empresas, utilizamos el aumento en 20,6 puntos porcentuales para construir el máximo y mínimo teniendo como caso base el caso neutro
Costo de certificación (por lote)	2,300,000	2,800,000	3,300,000	Se utilizó el costo asociado a los distintos certificados de conformidad para la certificación de vajillas (Min Salud, 2020). En este se proponen dos límites, que fueron usados para los mínimos y máximos.
Número de lotes que producen en el año	2	4	12	Supuesto: El número esperado de lotes producido se discutió y determinó junto al ministerio.

Fuente: Elaboración propia a partir de revisión de literatura

Ahora bien, a partir de los datos descritos anteriormente, se crearon tres escenarios adicionales para el análisis de sensibilidad. Primero, uno donde se obtiene el mayor beneficio posible al regular el contenido de plomo en las pinturas, y dos adicionales que se construyen a partir de los valores mínimos y máximos de la Tabla 5 y Tabla 6.

En cuanto al primer modelo, se buscó constituir un caso que generara el mayor beneficio posible para la sociedad. En este escenario, se suponen las tasas más altas de niveles de plomo en la sangre y enfermedad grave, menor tiempo de repintado y raspado y menores tasas de repitencia y educación especial. Se estructura de esta forma teniendo en cuenta que los beneficios del modelo se generan, principalmente, desde el ahorro que tiene la sociedad al eliminar la fuente de exposición. Por tanto, al asumir una mayor incidencia del plomo en la pintura sobre los menores genera mayor beneficio en el largo plazo. Por el lado de las empresas, el mayor beneficio se encuentra donde las empresas incurren a menores costos, por tanto, se tomaron los valores mínimos en la Tabla 6 para las empresas. Por otro lado, los otros dos modelos se construyen siguiendo los valores de las columnas máximo y mínimo que se presentan en las tablas anteriores. Esto permite construir dos escenarios donde se tomen los valores máximos y mínimos de cada variable.

Tabla 7. Valor presente neto de los resultados de sensibilidad

Escenarios	Valor presente neto
Base	\$ 3.577.704.371.729,92
Mínimo	\$ 905.020.095.002,66
Máximo	\$ 3.372.394.599.832,77
Máximo beneficio	\$ 8.917.156.409.643,99

Nota: Los valores presentados están en términos de pesos colombianos. Los valores están en precios reales de 2022.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de los valores presentes de estos modelos pueden encontrarse en la

Tabla 7. En general, los beneficios de las distintas aproximaciones van desde 1 billón de pesos hasta 9 billones de pesos, lo cual reafirma la necesidad de regular el contenido de plomo en pintura. Como se adelantaba, el modelo que genera mayor beneficio es el escenario de “máximo beneficio”, puntualmente, este beneficio es 2.5 veces mayor que el escenario base y casi 10 veces mayor que el modelo “escenario mínimo”.

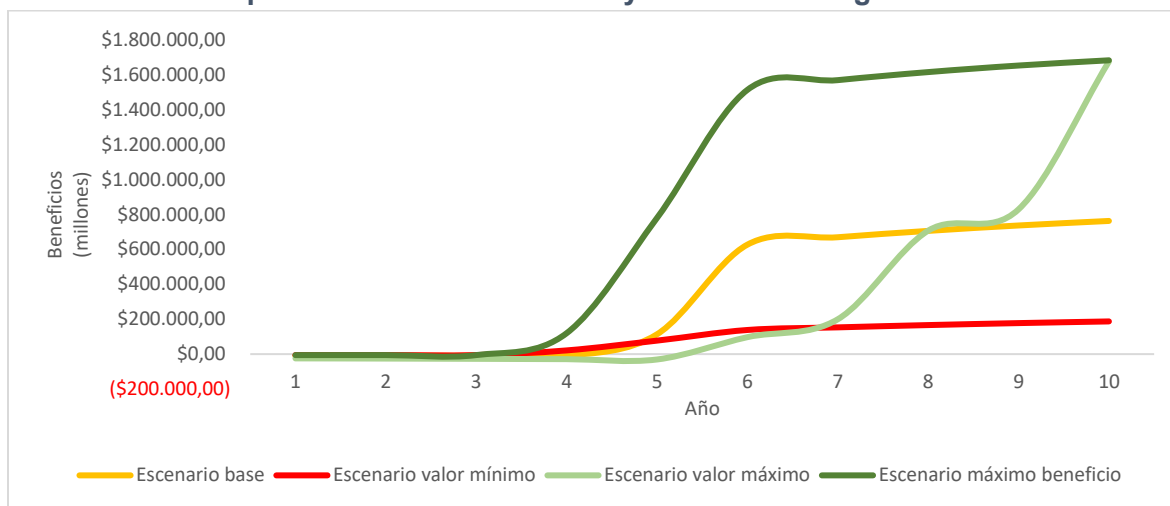
Por otro lado, cabe mencionar que la tendencia de los beneficios es distinta a lo largo del periodo analizado. Esto se presenta en la Gráfica 13, la cual presenta los beneficios de cada año, una vez aplicada la tasa de descuento del 5% (IETS, 2014). Se proyecta que para todos los escenarios el beneficio para los primeros años será negativo, explicado, principalmente, por los costos que asumen las empresas. No obstante, una vez los hogares repinten, los beneficios crecen, pero lo hacen a tasas distintas según el escenario. Para ilustrar lo anterior, se observa que el escenario de “valores máximos” tiene valores negativos hasta el año 5, debido a que se asume que los hogares se demoran en eliminar la fuente de exposición, pero una vez se elimina, en los años 6 y 8, los beneficios crecen de forma significativa, incluso alcanzando en el último año el beneficio del escenario de “máximo beneficio”.²⁹

Ahora bien, estos resultados le brindan al regulador un conjunto de herramientas para intensificar y garantizar los impactos de la regulación. Por ejemplo, como se puede apreciar en la Gráfica 13, entre más rápido se realice el proceso de eliminación de la fuente de exposición, más rápido cambia la tasa a la que crecen los beneficios. Esto se presenta en todos los escenarios estructurados, pero

²⁹ Esto se debe a que estos dos escenarios comparten las mismas tasas de intoxicación por plomo, por tanto, al eliminar la fuente de exposición se genera un ahorro significativo.

especialmente para el modelo de “máximo beneficio”.³⁰ A partir de esto, se presenta la necesidad de promover campañas de repintado de los hogares, para acelerar la eliminación de la fuente de exposición y reducir el número intoxicados. Más aún, este proceso se debe intensificar en los hogares más vulnerables, donde se asume que el proceso de raspado y repintado puede llegar a tardar más.

Gráfica 13. Valor presente de los beneficios y costos de la regulación



Fuente: Elaboración propia

5.4. Conclusiones del Análisis Económico

El plomo genera impactos significativos en la salud y aspectos sociales de los niños y niñas (BBC, 2016; OMS, 2020; UNICEF & Pure Earth, 2020), afectando su correcto desarrollo y relacionamiento. Los niños pueden estar expuestos a este metal en diferentes escenarios y presentaciones, sin embargo, la principal fuente de exposición es a través del plomo que se encuentra en las pinturas (NYC Health, s. f.).

De acuerdo con lo anterior, se genera la necesidad de regular los contenidos de plomo en las pinturas para reducir las afectaciones sobre la población más joven. En el contexto nacional, Colombia promulgó la Ley 2041 de 2020 con el objetivo de garantizar el desarrollo físico, intelectual y la salud general de las personas en un ambiente libre de plomo (Ley 2041, 2020). Esta ley tiene implicaciones directas

³⁰ Cabe recalcar que valores del escenario de “valores mínimos” no crece al mismo ritmo que los otros modelos debido a que en este se considera una menor incidencia de las intoxicaciones por plomo, por tanto, la escala no permite apreciar el cambio en la tendencia. Sin embargo, en este modelo también se aprecia el cambio que genera que los hogares repinten sus hogares.



sobre las empresas productoras de pintura puesto que les exige transformar su proceso productivo.

Con el fin de estudiar los posibles efectos que la regulación puede traer sobre las empresas y los menores de 5 años, se realizó un análisis ex-ante del impacto de la regulación del contenido de plomo en pinturas en el país a través de un modelo de árbol de decisión (DNP, 2021; IETS, 2014). Esto permitió estimar el costo-beneficio para la sociedad de regular el contenido de plomo en pinturas, comparado con no hacerlo, para la población menor de 5 años. Adicionalmente, se estudian los efectos diferenciales de la regulación a través de un análisis de sensibilidad, donde se evidencia que los resultados son robustos aún ante las múltiples variaciones de los datos disponibles.

Los resultados muestran que la reglamentación del número de partículas de plomo en pinturas es una alternativa costo-beneficiosa para la sociedad colombiana, en comparación a mantener el *status-quo*. En promedio, se esperaría un ahorro de 4 billones de pesos en un horizonte temporal de 10 años. Más aún, en cualquier escenario evaluado, se encuentran efectos positivos de la regulación. Los únicos costos asociados se generan por parte de las empresas y el Estado, que corresponden a costos de transformación, certificación y vigilancia. Sin embargo, estos costos son insignificantes frente a los beneficios adquiridos por la sociedad.

A partir del análisis realizado se pueden generar recomendaciones que permitirían que los beneficios de implementar la regulación se maximicen. Como se evidenció en el análisis de sensibilidad, el año en el cual las personas raspen y repinten sus hogares será determinante en el impacto positivo que tenga la regulación dado que es una fuente de exposición importante para las niñas y niños. Por tanto, es importante que se lleven a cabo campañas de concientización sobre la importancia de realizar este proceso, con el objetivo de que se elimine la fuente de exposición. Por otro lado, en cuanto a las empresas, se recomienda identificar aquellas que aún producen pinturas por encima de los niveles permitidos, que en gran parte son micro o pequeñas empresas (CNPML, 2020), e incentivarlas a generar una mejora de su proceso de producción. Esto se podría hacer a través de incentivos, reducción de impuestos, campañas informativas, o fortaleciendo el proceso de vigilancia y control, estableciendo sanciones para las empresas que no cumplan con la reglamentación.

Ahora bien, cabe recalcar que el modelo propuesto tiene limitaciones debido a disponibilidad de información o dificultades en el modelamiento. Para el caso de las empresas, se asume que no existen variaciones exógenas en cuanto al proceso de



producción, la tecnología utilizada o la posibilidad de expandir ventas al exterior debido a la nueva composición de las pinturas, lo cual reduce sus posibles beneficios. Además, el precio de los pigmentos podría disminuir en el tiempo, como consecuencia de un aumento del número de proveedores debido a un aumento de la demanda de pigmentos regulados, llevando así a una disminución en los costos de transformación planteados en el modelo.

Por un lado, en cuanto a los costos de salud, se debe mencionar que hay una sobre simplificación de los costos médicos asociados a la ruta de tratamiento. A modo de ejemplo, en el proceso de raspado y repintado de los hogares, podría haber una ingestión no intencional de pintura deteriorada (pica), que no se considera debido al alcance del modelo y disponibilidad de información. Así mismo, no se logró identificar todos los costos asociados a la ruta de tratamiento, por ejemplo, no se encontró información sobre el precio de medicamentos como el *Dimercapol*, lo cual genera que el modelo calcule un límite inferior de los costos.

Por otro lado, el modelo no contempla los costos sociales que genera la disminución irreversible de 2 a 5 puntos del coeficiente intelectual en la edad adulta de los niños que son objeto de este análisis y que puede afectar su productividad económica en el largo plazo. En Latinoamérica y el Caribe se estima que puede generar una pérdida económica para la sociedad de 142,300 millones de dólares (OMS, 2020).

Finalmente, otras limitaciones que tiene el modelo propuesto están relacionadas a la población objetivo, probabilidades de intoxicación o supuestos sobre el efecto del plomo en pintura en los costos sociales (educación). Puntualmente, no se tiene en cuenta las afectaciones que tienen los bebés durante el proceso de gestación, el modelo solo tiene en cuenta las afectaciones sobre esta población una vez haya nacido. En relación con las probabilidades y los costos sociales, gran parte de estos provienen de una literatura internacional, debido a la falta de investigaciones relacionadas con el tema en Colombia.

Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, se resalta que la mayor parte de ellas generan que el modelo subestime los beneficios de la regulación. Como se resaltó anteriormente, el eje impulsor de los beneficios del modelo proviene de los costos de salud, como se subestima este rubro debido a dificultades de modelamiento y falta de información, se esperaría que los beneficios fueran aún mayores de los estimados. Más aún, por parte de las empresas, se espera que estas tengan un mayor beneficio debido a que la regulación les puede abrir las puertas a otros



mercados y, por otro lado, los precios de los pigmentos para acoger la regulación sean menores a los utilizados en el estudio de CNPML, (2020).

Bibliografía Análisis Económico del AIN

- Alcaldía de Medellín. (2021). *FABRICACIÓN DE PINTURAS, BARNICES Y REVESTIMIENTOS SIMILARES, TINTAS DE IMPRENTA Y MASILLAS*. <https://ode.medellindigital.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/23.-Fabricacio%CC%81n-de-Pinturas-Barnices-y-Revestimientos.pdf>
- Alvarez-Ortega, N., Caballero-Gallardo, K., & Olivero-Verbel, J. (2017). Low blood lead levels impair intellectual and hematological function in children from Cartagena, Caribbean coast of Colombia. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 44, 233-240. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2017.08.006>
- Alvarez-Ortega, N., Caballero-Gallardo, K., & Olivero-Verbel, J. (2019). Toxicological effects in children exposed to lead: A cross-sectional study at the Colombian Caribbean coast. *Environment International*, 130, 104809. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.003>
- ATSDR. (2016). *Resumen de Salud Pública: Plomo (Lead) | PHS | ATSDR*. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html
- Banrep. (2022). *Inflación total y meta | Banco de la República*. <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/inflacion-total-y-meta>
- BBC. (2016). Los países de América Latina donde todavía se vende pintura con plomo tóxica. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-36679728>
- Brown, M. J. (2002). Costs and benefits of enforcing housing policies to prevent childhood lead poisoning. *Medical Decision Making: An International Journal of the Society for Medical Decision Making*, 22(6), 482-492. <https://doi.org/10.1177/0272989X02238298>
- CDC. (2022). *Blood Lead Reference Value* [6 de septiembre 2022]. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/nceh/lead/data/blood-lead-reference-value.htm>
- CNPML. (2020). *ESTUDIO DE MERCADO DE LAS PINTURAS EN COLOMBIA*. <http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/GEF-Project/Lead-Paint/Baseline-Colombia-SP.pdf>
- DANE. (s. f.-a). *Encuesta anual manufacturera (EAM)*. Recuperado 16 de agosto de 2022, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>
- DANE. (s. f.-b). *Proyecciones de población*. Recuperado 8 de agosto de 2022, de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- DANE. (2020a). *FICHA METODOLÓGICA ENCUESTA ANUAL MANUFACTURERA - EAM*. <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/industria/DSO-EAM-FME-001-V10.pdf>
- DANE. (2020b). *RESOLUCIÓN NÚMERO 0549*. <https://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/resoluciones/2020/Resolucion-0549-de-2020.pdf>



- DANE. (2021a). *Geoportal del DANE - Geovisor Directorio de Empresas 2021*. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/directorio-estadistico-de-empresas/>
- DANE. (2021b, abril 29). *POBREZA MONETARIA EN COLOMBIA - RESULTADOS 2020*. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/pobreza/2020/Presentacion-pobreza-monetaria_2020.pdf
- DNP. (2021). *Guía Metodológica para la Elaboración de Análisis de Impacto Normativo (AIN)*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/ModernizacionEstado/ERel/Guia_Metodologica_AIN.pdf
- Echeverry, J., Hurtado, C. M., & Gutiérrez, M. (2008). Clinical manifestations of lead levels in children exposed to automobile battery recycling processes in Soacha and Bogotá, D.C. *Biomédica*, 28(1), Art. 1. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v28i1.114>
- Evens, A., Hryhorczuk, D., Lanphear, B. P., Rankin, K. M., Lewis, D. A., Forst, L., & Rosenberg, D. (2015). The impact of low-level lead toxicity on school performance among children in the Chicago Public Schools: A population-based retrospective cohort study. *Environmental Health*, 14(1), 21. <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0008-9>
- Filigrana, P. A., & Méndez, F. (2012). Blood Lead Levels in Schoolchildren Living Near an Industrial Zone in Cali, Colombia: The Role of Socioeconomic Condition. *Biological Trace Element Research*, 149(3), 299-306. <https://doi.org/10.1007/s12011-012-9429-2>
- Gould, E. (2009). Childhood Lead Poisoning: Conservative Estimates of the Social and Economic Benefits of Lead Hazard Control. *Environmental Health Perspectives*, 117(7), 1162-1167. <https://doi.org/10.1289/ehp.0800408>
- Haddix, A. C., Teutsch, S. M., & Corso, P. S. (2002). *Prevention Effectiveness: A Guide to Decision Analysis and Economic Evaluation*. Oxford University Press.
- IETS. (2014). *Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud. Manual para la elaboración de evaluaciones económicas en salud*.
- IPEN. (s. f.). *Lead Levels in Paint Around the World | IPEN*. Recuperado 24 de agosto de 2022, de <https://ipen.org/projects/eliminating-lead-paint/lead-levels-paint-around-world>
- Ley 1450. (2011). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101>
- Ley 2041. (2020). <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30039603>
- Melnyk, B. M., & Fineout-Overholt, E. (Eds.). (2019). *Evidence-based practice in nursing & healthcare: A guide to best practice* (Fourth edition). Wolters Kluwer.
- Min Educación. (2019). *Matrículas y Pensiones*. <https://www.mineduacion.gov.co/porta/micrositios-preescolar-basica-y-media/Educacion-Privada/Tarifas-y-Costos-Educativos/219212:Matriculas-y-Pensiones>
- Min Educación. (2022). *MEN_ESTADISTICAS_EN_EDUCACION_EN_PREESCOLAR, BÁSICA Y MEDIA_POR_MUNICIPIO | Datos Abiertos Colombia*. https://www.datos.gov.co/Educacion/MEN_ESTADISTICAS_EN_EDUCACION_EN_PREESCOLAR-B-SICA/nudc-7mev



- Resolución No. 2165, (2016).
https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Forms/DispForm.aspx?ID=4909
- Min Salud. (2020). *AIN VAJILLAS COMPLETO PARA REVISION VICEMINISTRO 09-10-2020*. <https://www.minsalud.gov.co/Normativa/PublishingImages/Paginas/analisis-de-impacto-normativo/AIN%20VAJILLAS%20%20COMPLETO%20PARA%20REVISION%20VICEMINISTRO%20%2009-10-2020.pdf>
- Min Salud. (2021). *Cubo del estudio de suficiencia de la UPC del Sistema Integrado de Información de la Protección Social*.
- Min Salud. (2022, agosto 22). *Entrevista con experto temático en toxicología de la Subdirección ambiental del Ministerio de Salud de Colombia*. [Virtual].
- Morales, L. S., Gutierrez, P., & Escarce, J. J. (2005). Demographic and Socioeconomic Factors Associated with Blood Lead Levels among Mexican-American Children and Adolescents in the United States. *Public Health Reports*, 120(4), 448-454.
<https://doi.org/10.1177/003335490512000412>
- NYC Health. (s. f.). *RIESGOS DE LA PINTURA CON PLOMO EN EL HOGAR: Lo que los inquilinos deben saber sobre sus derechos y responsabilidades*.
<https://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/lead/lead-paint-hazards-sp.pdf>
- NYU Langone. (2022). *Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- & Middle-Income Countries*. NYU Langone Health. <https://med.nyu.edu/departments-institutes/pediatrics/divisions/environmental-pediatrics/research/policy-initiatives/economic-costs-childhood-lead-exposure-low-middle-income-countries>
- Oliveroverbel, J., Duarte, D., Echenique, M., Guette, J., Johnsonrestrepo, B., & Parsons, P. (2007). Blood lead levels in children aged 5–9 years living in Cartagena, Colombia. *Science of The Total Environment*, 372(2-3), 707-716.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.10.025>
- OMS. (2020). *Eliminación mundial de la pintura con plomo: Por qué y cómo los países deben adoptar medidas: informe técnico*. Organización Mundial de la Salud.
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/336124>
- OMS. (2021). *The public health impact of chemicals: Knowns and unknowns*.
<https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-FWC-PHE-EPE-16-01>
- Pichery, C., Bellanger, M., Zmirou-Navier, D., Glorennec, P., Hartemann, P., & Grandjean, P. (2011). Childhood lead exposure in France: Benefit estimation and partial cost-benefit analysis of lead hazard control. *Environmental Health*, 10, 44.
<https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-44>
- PNUMA. (2020). *Actualización del Estado Global de los Límites Legales de Plomo en la Pintura*.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35105/GS20_SP.pdf
- PRISA. (2021, septiembre 28). *¿Cada cuánto hay que pintar la casa?* *Prisa*.
<https://www.prisa.mx/blog/cada-cuanto-hay-que-pintar-la-casa/>
- Proyecto regional pinturas libres de plomo. (s. f.). *“Estudio de caso: Reformulación de las pinturas en las pequeñas y medianas empresas”*. Perú, Colombia y Ecuador.
- Schwartz, J., & Levin, R. (1991). The risk of lead toxicity in homes with lead paint hazard. *Environmental Research*, 54(1), 1-7. [https://doi.org/10.1016/S0013-9351\(05\)80189-6](https://doi.org/10.1016/S0013-9351(05)80189-6)
- SIC. (2022, septiembre). *MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL- AIN PINTURAS 09-09-20222* [Comunicación personal].

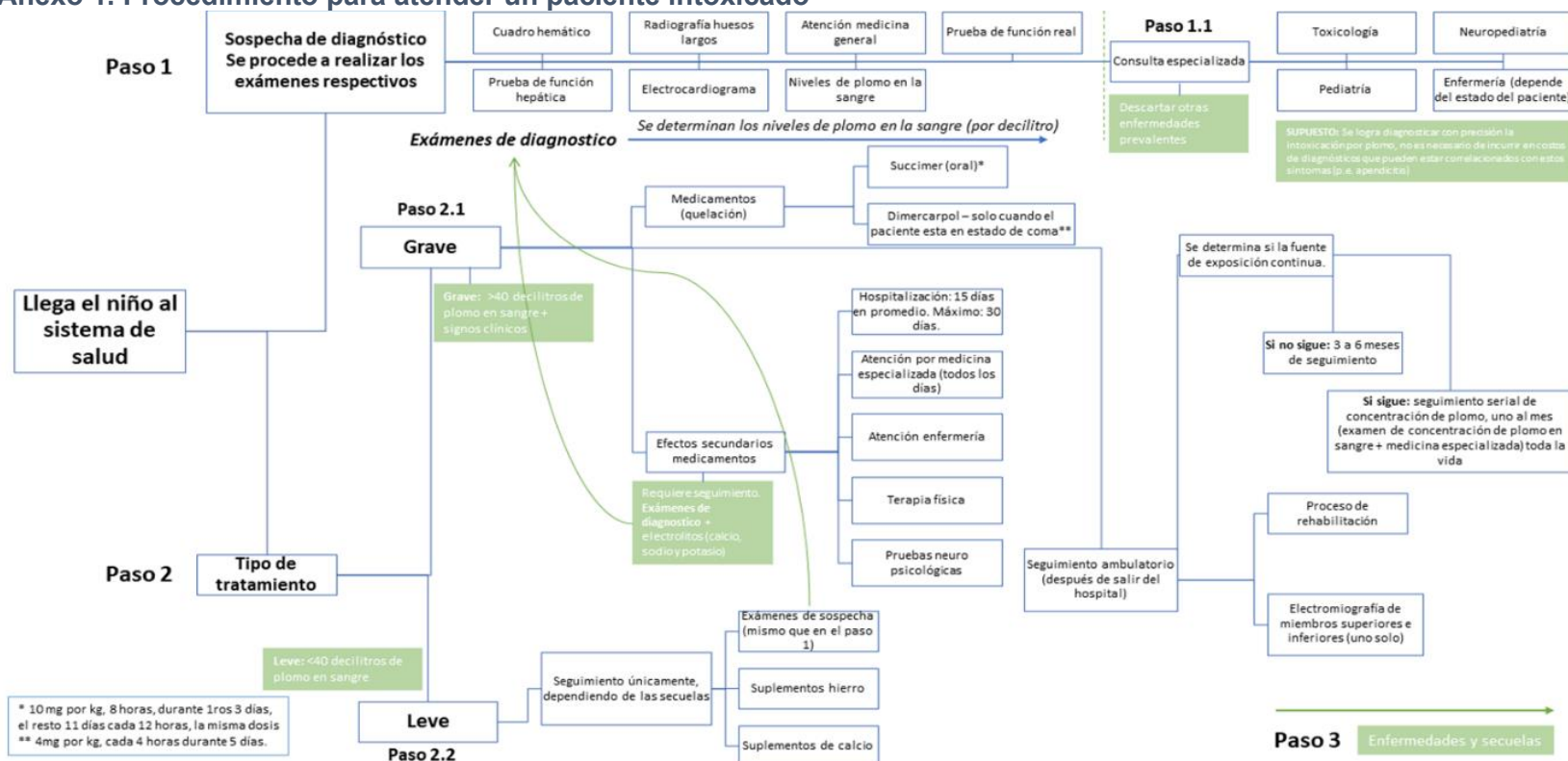


UNICEF, & Pure Earth. (2020). *The Toxic Truth: Children's Exposure to Lead Pollution Undermines a Generation of Future Potential*. <https://www.unicef.org/reports/toxic-truth-childrens-exposure-to-lead-pollution-2020>

Anexos Análisis Económico del AIN

Gráficas

Anexo 1. Procedimiento para atender un paciente intoxicado



Nota: Los pilares del tratamiento son la eliminación de la exposición. La terapia de quelación se reserva para pacientes con síntomas o niveles elevados. Definir un grupo de pacientes asintomáticos que se beneficiarán de la terapia de quelación ha sido difícil y controvertido. La quelación parenteral con CaNa₂EDTA y BAL es eficaz para reducir los niveles de plomo en sangre y reducir la mortalidad y la morbilidad por intoxicación grave por plomo. La terapia oral con Succimer, tiene eficacia para reducir los niveles en niños asintomáticos, aunque el beneficio neurocognitivo no está probado. Fuente: Elaboración propia a partir de entrevista con experto temático en toxicología (Min Salud, comunicación personal, 22 de agosto de 2022)

6. ELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA

El plomo presente en pinturas es una fuente de exposición evitable. Al definir una reglamentación vinculante que establezca el límite permisible o el contenido máximo de plomo en pinturas y sus mecanismos de vigilancia, se reduciría la exposición de la población a pinturas con contenido elevado de este metal, se disminuirá a futuro la prevalencia de plomo en sangre en niños y en consecuencia las enfermedades asociadas a dicha exposición.

A nivel socio económico, evitar la exposición al plomo presente en diversos productos como las pinturas, representa beneficios socioeconómicos a la sociedad, asociados a la disminución de pérdida de productividad, disminución de la pérdida de coeficiente intelectual, disminución de la pérdida de años de vida saludable, entre otros.

Los resultados sugieren que una proporción importante de los casos de intoxicación por plomo puede estar relacionada con actividades productivas desarrolladas en el territorio nacional, particularmente en contextos industriales o en ocupaciones asociadas a la manipulación de materiales con plomo (MSPS 2025).

Se reconoce la contundencia que, en términos agregados, una vez se aplica la sumatoria de los beneficios de los 10 años, el VPN indica que el “retorno” de invertir en la regulación es positivo, y por lo tanto se debe implementar. Particularmente, el valor presente neto calculado fue alrededor de 3.5 billones de pesos. (Mayorga, 2022)

Establecer una reglamentación de plomo en pinturas es una alternativa costo-beneficiosa para la sociedad colombiana, en comparación a mantener el *status-quo*. En promedio, se esperaría un ahorro de 4 billones de pesos en un horizonte temporal de 10 años. Más aún, en cualquier escenario evaluado, se encuentran efectos positivos de la regulación (Mayorga 2022).

La fabricación de pintura sin plomo o con bajos contenidos de este es técnica y operativamente factible, sean estas a base agua o aceite. Actualmente existen en el mercado alternativas de materias primas sin plomo, así como el mercado para su comercialización.

Es importante señalar además que, en cumplimiento de lo establecido en la Ley 9 de 1979, del compromiso ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)³¹ como país miembro de la misma, y, de lo señalado en la Ley 2041 de 2020, que establece como responsabilidad de esta cartera Ministerial la expedición de un reglamento técnico, la expedición de una reglamentación

31 Decisión C(96) 42 – “Declaration on Risk Reduction for Lead (1996)”, que insta a los países miembros a reducir el riesgo de exposición al plomo, por diferentes vías.



vinculante en la materia resulta en la mejor alternativa para mitigar el problema propuesto.

Por lo anterior, se selecciona como alternativa de intervención la expedición de un reglamento técnico que desarrolle los límites máximos de plomo aplicables a las pinturas comprendidas en su ámbito de aplicación y establezca los requisitos técnicos, procedimientos de evaluación de la conformidad y mecanismos de vigilancia y control correspondientes. Esta medida busca reducir la exposición de la población a pinturas con contenido elevado de plomo, proteger la salud pública y generar beneficios económicos y sociales superiores a los costos estimados de su implementación.

6.1 Justificación

Los resultados muestran que la regulación genera beneficios sociales significativamente superiores a los costos derivados de la transformación productiva y de la vigilancia y el control (Mayorga, 2022). El análisis de sensibilidad evidencia la robustez de estos hallazgos incluso ante variaciones en los datos disponibles (Mayorga, 2022).

Asimismo, la conclusión sobre que los beneficios estimados representan un límite inferior, pues el modelo no incorpora todas las rutas de tratamiento ni beneficios indirectos para el sector productivo (Mayorga, 2022) justifica la elección de la mejor alternativa al definir una reglamentación vinculante.

Aunque el análisis de costos y beneficios se efectuó con información económica disponible para 2023, tanto los costos como los beneficios fueron estimados para una misma temporalidad, lo que permite mantener la comparabilidad de los resultados. Además, las limitaciones de información identificadas conducen principalmente a una subestimación de los beneficios en salud pública. Esta conclusión se refuerza con los resultados del estudio realizado en 2025 por Lead Exposure Elimination Project —LEEP— y el Ministerio de Salud y Protección Social, según el cual 45 de las 129 pinturas analizadas, equivalentes al 35 % de la muestra, presentaron concentraciones superiores a 90 ppm. Estos hallazgos respaldan la necesidad de adoptar el marco regulatorio correspondiente. En este sentido, el presente Análisis de Impacto Normativo contribuye al avance de la regulación prevista en la Ley 2041 de 2020, en línea con el objetivo de reducción y protección frente a la exposición al plomo en niños, niñas y demás población vulnerable de Colombia.

6.2 Recomendaciones

Con el fin de potenciar los beneficios esperados de la regulación sobre el contenido de plomo en pinturas, se recomienda complementar su implementación con



acciones integrales de prevención, comunicación del riesgo, asistencia técnica, fortalecimiento institucional y vigilancia sanitaria y ambiental.

Prevención y comunicación del riesgo

- Se recomienda desarrollar campañas de prevención y concientización dirigidas a familias, instituciones educativas, comunidades, pintores y trabajadores de la construcción, y consumidores en general sobre los riesgos asociados a la exposición al plomo en pinturas, especialmente en niños y niñas. Estas estrategias deberían incluir información sobre prácticas seguras de mantenimiento, remodelación y disposición de residuos, así como criterios para identificar y adquirir pinturas libres de plomo.
- Asimismo, se sugiere promover acciones coordinadas con las autoridades territoriales y entidades de salud, ambiente, educación y comercio para fortalecer la difusión de información técnica y pedagógica relacionada con la prevención de la exposición al plomo en espacios sensibles como viviendas, escuelas, jardines infantiles, parques y establecimientos de atención a la infancia.

Manejo seguro y repintado de superficies

- Se recomienda promover orientaciones técnicas para el manejo seguro de superficies con pintura deteriorada, particularmente en viviendas y espacios frecuentados por población infantil. En estos procesos se debería evitar el raspado o lijado directo sin medidas de seguridad adecuadas, debido a que estas actividades pueden generar partículas contaminantes con contenido de plomo y aumentar el riesgo de exposición.
- De igual manera, se recomienda incentivar programas de mantenimiento, raspado controlado y repintado con pinturas libres de plomo, priorizando hogares y entornos vulnerables. Para ello, resulta fundamental verificar que las pinturas utilizadas en reemplazo cumplan con el límite máximo permitido de plomo y cuenten con información clara en el etiquetado.

Fortalecimiento de la vigilancia, inspección y control

- Las entidades competentes deberían fortalecer los mecanismos de vigilancia, inspección y control para asegurar el cumplimiento del reglamento técnico tanto en pinturas nacionales como importadas. Esto incluye definir y armonizar procedimientos de evaluación de la conformidad, métodos analíticos, criterios de etiquetado, mecanismos de seguimiento en el mercado y acciones correctivas frente al incumplimiento de la normativa.



- Igualmente, se recomienda fortalecer las capacidades técnicas y operativas de las autoridades sanitarias y ambientales para la vigilancia de productos, incluyendo procesos de monitoreo, toma de muestras, análisis de laboratorio y gestión de denuncias relacionadas con el uso o comercialización de pinturas con plomo.

Acceso a insumos y transición productiva

- Se recomienda fomentar la disponibilidad y acceso a pigmentos, resinas y demás insumos libres de plomo para la industria fabricante de pinturas, promoviendo procesos de transición tecnológica y sustitución progresiva de sustancias peligrosas³².
- En este sentido, los proveedores de materias primas deberían fortalecer su oferta de alternativas libres de plomo y acompañar a los fabricantes mediante asistencia técnica, fichas de seguridad actualizadas y evidencia sobre el desempeño de los insumos sustitutos.

Responsabilidad de consumidores y actores sociales

- Los hogares, instituciones educativas y demás entidades consumidoras de pinturas deberían priorizar la adquisición exclusiva de pinturas libres de plomo (≤ 90 ppm), solicitando información clara sobre su composición y verificando el cumplimiento de los requisitos de etiquetado.
- Por su parte, las organizaciones de la sociedad civil pueden contribuir mediante campañas de información, procesos de sensibilización comunitaria y seguimiento ciudadano al cumplimiento de la regulación, especialmente en espacios sensibles para la infancia y otras poblaciones vulnerables.

³² A la fecha de publicación del AIN se cuenta con información pública que confirma la disponibilidad en el mercado de materias primas alternativas libres de plomo para la industria de pinturas, lo cual refuerza la conclusión que el AIN ya sostiene sobre la viabilidad técnica de la reformulación.



7. IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

7.1 Implementación y cumplimiento

Para la intervención propuesta como resultado de este AIN, el siguiente paso para su implementación corresponde a la formulación de la propuesta de reglamento técnico, seguido del trámite correspondiente para su expedición (incluye mesas de trabajo, consultas públicas nacional e internacional, con las respectivas etapas de respuesta de observaciones).

La formulación y expedición del reglamento técnico se adelantará por las autoridades nacionales competentes, de conformidad con las atribuciones asignadas por la Ley 2041 de 2020 y las normas que regulan los sectores de Salud y Protección Social, Comercio, Industria y Turismo, y Ambiente y Desarrollo Sostenible. Para tal efecto, deberán promoverse espacios de coordinación intersectorial y contemplarse criterios de gradualidad, proporcionalidad y transición que permitan a los sujetos regulados adoptar oportunamente las medidas necesarias para el cumplimiento de la reglamentación.

7.2 Monitoreo

Para el monitoreo de la intervención propuesta se plantean las siguientes actividades e indicadores de seguimiento:

Actividad	Indicador	Responsable
Elaboración de la propuesta de reglamento técnico y trámites correspondientes para su expedición	Acto administrativo expedido	Minsalud
<i>Evaluación Ex Post de la Regulación pasados 5 años de su expedición</i>	<i>Evaluación Ex Post realizada</i>	Minsalud
Seguimiento al cumplimiento de las disposiciones del reglamento técnico por parte del sector privado	Informes de aplicación del RT generados para AIN exPost: (acciones de IVC dadas por SIC – DIAN; Análisis de adherencia y evaluación regulatoria realizada para indicar necesidad de derogatoria, prorroga o modificación del cumplimiento del RT)	Minsalud; SIC -DIAN – información a solicitud -



Descripción indicadores

Nombre del indicador	Expedición Reglamento Técnico
Unidad de Medida	Acto administrativo expedido
Periodicidad	Sin periodicidad definida. Se reporta una única vez
Fuente de información	Ministerio de Salud y Protección Social
Entidad Responsable de la información	Ministerio de Salud y Protección Social
Fórmula de cálculo	N/A (variables)
Descripción	Este indicador busca dar cuenta de la implementación de la alternativa seleccionada, en este caso una medida regulatoria (RT)

Nombre del indicador	Informe de las acciones de IVC adelantadas en el marco del cumplimiento del RT
Unidad de Medida	Informes de gestión
Periodicidad	Cada 5 años a partir de la entrada en vigencia del RT
Fuente de información	Superintendencia de Industria y Comercio _DIAN
Entidad Responsable de la información para el cálculo	Superintendencia de Industria y Comercio -DIAN-Encuestas propias MSPS
Fórmula de cálculo	# de Informes elaborados/ # de Informes proyectados
Descripción	Este indicador busca hacer seguimiento a la implementación efectiva de las disposiciones establecidas en el RT especialmente aquellas relacionadas con el contenido de plomo en pinturas



8. CONSULTA PÚBLICA

Este Análisis e Impacto Normativo se ha construido con aportes de *Lead Exposure Elimination Project (LEEP)*, organización no gubernamental internacional que trabaja junto a gobiernos e industrias para eliminar del mercado las pinturas con plomo, así como del Grupo de Estudios Sectoriales y Evaluación de Política Pública (GESEPP) de la Oficina Asesora de Planeación y Estudios Sectoriales (OAPES), y de las mesas de trabajo realizadas en el marco del Comité Interinstitucional sobre Pinturas con Plomo.

En dicho Comité participan representantes de ONU-Medio Ambiente, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Trabajo, Acoplásticos, representantes de laboratorios y representantes de la academia.

De conformidad con las disposiciones aplicables a la elaboración del AIN completo para reglamentos técnicos, el proceso comprende dos consultas públicas: la primera, sobre la definición del problema, y la segunda, sobre el documento completo del Análisis de Impacto Normativo.

Resultados de las consultas públicas

Para la primera etapa correspondiente a la "Definición del problema para el Análisis de impacto normativo para la definición de plomo en pinturas", el documento fue puesto en consulta pública nacional el 15 de abril de 2021, del cual se recibieron observaciones entre el 15 y el 21 de abril del mismo año. De esta consulta se recibieron observaciones de Acoplásticos, la Superintendencia de Industria y Comercio, CAMACOL, y de la Dra. Angela Bandemehr de la US-EPA (Presidente de la Alianza Mundial para Eliminar el Plomo en Pinturas). Las respuestas fueron publicadas en la página web del Ministerio el 09 de julio de 2021.

Para la segunda etapa, que corresponde a la publicación del presente documento (AIN completo), se surtirá una segunda consulta pública nacional, disponible a todos los actores de interés, por un periodo de tiempo no inferior a diez (10) días calendario, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 2.2.1.7.5.5 del Decreto 1074 de 2015, a través de la página del Ministerio de Salud y Protección Social:

<https://www.minsalud.gov.co/Normativa/Paginas/analisis-de-impacto-normativo.aspx>

9. REFERENCIAS

- Attina TM, Trasande L. (2013). Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- and Middle-Income Countries. *Environ Health Perspect.* 121: 1097–1102; <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1206424>.
- CNPML- Centro Nacional de Producción Más Limpia [CNPML]. (2020). Estudio de Mercado de las pinturas en Colombia. Línea Base Pinturas con plomo (Borrador). Centro Nacional de Producción más Limpia. Disponible en <https://saicmknowledge.org/library/market-analysis-paint-industry-colombia-draft-spanish-only>.
- Colnodo, & International Pollutants Elimination Network [IPEN]. Plomo en pinturas a base de solventes para uso doméstico en Colombia. Disponible en: https://ipen.org/sites/default/files/documents/Lead_in_Solvent-Based_Paints_for_Home_Use_in_Colombia_ES.pdf
- GBD (2017). Risk Factor Collaborators (2018). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, 392(10159), 1923–1994. [https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(18\)32225-6/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(18)32225-6/fulltext)
- IPEN International Pollutants Elimination Network [IPEN] (2017). Lead in Solvent-Based Paints for Home Use Global Report. Disponible en <https://ipen.org/documents/lead-solvent-based-paints-home-use-global-report>.
- LEEP- Lead Exposure Elimination Project [LEEP]. (2025) Plomo en las pinturas en Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social [MinSalud], & Instituto Nacional de Salud. (2019). *Resumen de política: Pinturas del hogar con plomo, un riesgo silencioso para nuestros niños*. Documento institucional.
- Ministerio de Salud y Protección Social [MinSalud]. (2025). *Diagnóstico de productos con plomo en Colombia: Insumo para el desarrollo de estrategias específicas de regulación*. Grupo de Estudios Sectoriales y Evaluación de Políticas Públicas. Documento institucional.
- NYU - New York University Langone Health. (2020). Economic costs of childhood lead exposure in low- and middle-income countries. Disponible en: <https://med.nyu.edu/departments-institutes/pediatrics/divisions/environmental-pediatrics/research/policy-initiatives/economic-costs-childhood-lead-exposure-low-middle-income-countries>
- OMS (2020a). Preguntas Frecuentes: el plomo y el uso del plomo en la pintura. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/q-a-international-lead-poisoning-prevention-week-of-action>
- OMS (2020b). Eliminación mundial de la pintura con plomo: por qué y cómo los países deben adoptar medidas. Informe técnico [Global elimination of lead paint:



- why and how countries should take action. Technical brief]. Ginebra. Organización Mundial de la Salud; 2020. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- OMS (2021). Semana Internacional de la Prevención de la Intoxicación por Plomo 2020. Organización Mundial de la Salud. Disponible en: <https://www.who.int/es/campaigns/international-lead-poisoning-prevention-week/2020>.
 - PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2017). Ley Modelo y Guía para la regulación de la pintura con plomo. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/report/model-law-and-guidance-regulation-lead-paint>
 - PNUMA -- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019). Actualización del Estado Global de los Límites Legales de Plomo en la Pintura- Septiembre 2019. Disponible en: <https://www.unep.org/resources/report/global-update-legal-limits-lead-paint>