

TOXICIDAD MEXICANA

LA CADENA DE SUMINISTRO DE LOS COMPUESTOS DE PLOMO PARA LAS INDUSTRIAS DE ALFARERÍA, PLÁSTICOS Y PINTURAS.



casacem
cultura · educación · medio ambiente



Casa Cem es una Asociación Civil que trabaja desde el año 2005 como un punto de encuentro entre el sector público, privado, académico y la sociedad civil, para preservar el derecho humano a un medio ambiente sano en México a través de procesos de gobernanza y educación ambiental. Casa Cem tiene como objetivo contribuir al mejoramiento de las condiciones socio ambientales en México a través de procesos de educación, comunicación, gestión, gobernanza e incidencia en temas de residuos y sustancias químicas.

1ª Edición - Julio 2024

2ª Edición - Julio 2025

AGRADECIMIENTOS

Casa Cem agradece a todos los colaboradores y voluntarios que, con esfuerzo y esmero, dedicaron su tiempo y trabajo a la realización de este informe. Agradecemos a EHS Laboratories en Richmond, EE. UU., por la donación del análisis de las muestras obtenidas en el trabajo de campo. Expresamos nuestro especial agradecimiento a Conservation, Food and Health Foundation (USA) y a Occupational Knowledge International por el financiamiento, así como por el acompañamiento técnico y en campo. Finalmente, agradecemos a todas las personas que atendieron nuestras solicitudes de información, enriqueciendo así esta investigación.

Resumen ejecutivo

México enfrenta una crisis de exposición al plomo. Los niveles de plomo en sangre entre los niños mexicanos son aproximadamente el doble del nivel medio geométrico en los EE. UU. Además, los niños mexicanos tienen ocho veces más probabilidades de tener niveles de plomo en la sangre superiores a 5,0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ que los niños en los EE. UU. (Pantic, et al., 2018). Aunque en México se reconocen muchas fuentes de exposición al plomo, existen pocos estudios que hayan evaluado adecuadamente la contribución de los productos de consumo a esta exposición, incluido el plomo en la alfarería, los plásticos y las pinturas. Muchos estudios han señalado la contribución dietética del plomo procedente del uso generalizado del barro vidriado.

Los esfuerzos anteriores de las ONGs e incluso un programa específico del gobierno mexicano para identificar, visitar y convencer a los miles de alfareros tradicionales durante 20 años para que dejaran de usar los peligrosos vidriados de plomo, no han logrado detener su uso generalizado. Reconociendo las limitaciones de los esfuerzos previos para detener el uso de estas amenazas bien conocidas, nos propusimos investigar las fuentes de estos químicos peligrosos para desarrollar políticas nacionales encaminadas a controlarlos o prohibirlos. De manera similar, México no ha logrado regular efectivamente el uso del plomo en pinturas y plásticos. El objetivo de esta investigación fue identificar a los fabricantes y distribuidores de compuestos de plomo que abastecen a las industrias de alfarería, plásticos y pinturas en México.

Nuestros hallazgos se resumen a continuación:

Alfarería

- Visitamos y entrevistamos a 48 productores de alfarería tradicional para evaluar el uso de vidriados de plomo e identificar a los proveedores de estos insumos peligrosos. La mayoría de los alfareros usan hornos de leña ubicados en patios compartidos con sus viviendas, lo que expone a sus familias y vecinos al plomo y a emisiones de partículas nocivas.
- De los 48 talleres visitados, 7 (14%) participan del programa Barro Aprobado para trabajar con esmaltes sin plomo. Sin embargo, otros alfareros conscientes de los daños del plomo han indicado que no pueden solventar el costo de mejorar sus hornos e instalaciones para utilizar vidriados alternativos.
- Analizamos 33 muestras de vidriados sin etiqueta proporcionadas por los alfareros que entrevistamos en 6 estados. Dieciocho (55%) muestras contenían plomo en niveles superiores a 90 ppm con una concentración

promedio de 360,519 ppm (36% de plomo) con un rango de hasta 93% de plomo en peso. Ninguna de las muestras analizadas contenía pigmentos de cromato de plomo.

- Los alfareros compran el óxido de plomo para el vidriado a través de tiendas minoristas y de proveedores informales que operan sin una ubicación fija. Muchos alfareros se mostraron reacios a revelar el origen de sus suministros.
- Un fabricante mexicano de óxido de plomo, Grupo Kalidad, distribuye directamente a los alfareros a través de sus tiendas marca Weico que están ubicadas estratégicamente en 4 regiones alfareras en México. El óxido de plomo de estas tiendas se vende en pequeñas bolsas sin etiquetas.
- Grupo Kalidad tiene la mayor participación de mercado en esmaltes de óxido de plomo con menores volúmenes provenientes de Óxidos y Pigmentos, Penox, Dynakrom y APOMEX/Abastecedora de Metales y Derivados a través de sus canales de distribución.
- Los sustitutos del vidriado de óxido de plomo para uso en alfarería de baja temperatura están fácilmente disponibles y se venden a precios competitivos.

Pinturas y plásticos

- El cromato de plomo es un pigmento particularmente peligroso utilizado en pinturas y plásticos debido a la adición de cromo, un carcinógeno bien documentado.
- Dynakrom fue identificado como el único fabricante mexicano de cromato de plomo y tiene la mayor participación de mercado.
- Los proveedores internacionales de cromatos de plomo en México incluyen a Vibrantz, propiedad de American Securities y DCL, propiedad de Blackstone. Estas son algunas de las firmas de capital privado más grandes con sede en EE. UU.
- Aproximadamente la mitad de las pinturas base solvente que se venden en México no contienen plomo agregado, lo que demuestra que existen alternativas disponibles a los pigmentos que contienen plomo en México.

México carece de una normatividad adecuada para regular el contenido de plomo en la alfarería, plásticos y pinturas para proteger a los trabajadores y a la población en general. En el caso de la normatividad existente que limita el contenido de plomo en la alfarería, no existe una vigilancia en el mercado ni pruebas continuas a estos productos.

Además, existe una necesidad urgente de una norma que limite el contenido de plomo en todas las pinturas y plásticos a 90 ppm. El gobierno mexicano también debe restringir la distribución de óxidos de plomo para limitar su manera de comercializarse prohibiendo su venta para la producción alfarera.

Nuestra investigación ha identificado que existe un número muy limitado de fabricantes, importadores y proveedores de los compuestos de plomo utilizados en las pinturas, los plásticos y la alfarería tradicional. Hay sustitutos ampliamente disponibles de los vidriados de óxido de plomo para alfarería y de los óxidos y cromatos de plomo para pinturas y plásticos. Creemos que controlar la importación, fabricación, el uso y la distribución de estos productos químicos peligrosos, es la política más eficaz para eliminar estas fuentes innecesarias de exposición al plomo en México. En el caso de los cromatos de plomo, todas las importaciones, manufactura y ventas, deberían de prohibirse.

El fracaso en normar adecuadamente para limitar la exposición al plomo con el fin de proteger a la población mexicana, ha resultado en niveles alarmantemente elevados de plomo en la sangre de los niños. Estas exposiciones están provocando una continua pérdida de coeficiente intelectual, un menor rendimiento escolar, un aumento en las conductas antisociales, agresivas y violentas, además de otros efectos crónicos para la salud. Para controlar el uso y la intoxicación por plomo en México, se necesitan medidas contundentes y una mayor vigilancia sobre la aplicación de la normatividad.

Índice

Resumen ejecutivo.	4
1. Introducción	9
1.1 Contextualización del problema	10
1.2 Objetivos del Informe	13
1.3 Daños a la salud del plomo	13
1.3.1 Presencia de plomo en la sangre en la población mexicana	16
1.4 Normatividad sobre el uso de compuestos y óxidos de plomo relativa a los plásticos, las pinturas y la alfarería en México.	18
1.4.1 Registro Nacional de Sustancias Químicas Industriales en México	22
1.4.2 Esfuerzos internacionales para limitar el uso del plomo y los compuestos de plomo.	23
2. Justificación	25
2.1 Antecedentes	25
3. Los compuestos de plomo presentes en las industrias de la pintura, alfarería y los plásticos	27
4. La industria de las Pinturas	30
4.1 ¿Para qué fines se usa el plomo en la industria?	31
4.2 Exposición al plomo en la industria de la pintura	34
5. La industria de los Plásticos	36
5.1 ¿Dónde está el plomo en los plásticos?	37
5.2 Exposición al plomo contenido en los plásticos	39
6. La industria de la alfarería	42
6.1 Los esmaltes en la alfarería	42
6.2 Uso de la greta en la industria de la alfarería de baja temperatura	43
6.3 Uso de fritas para el vidriado de productos de alfarería	45
6.4 El uso de plomo en la talavera	45
6.5 Exposición al plomo en la industria de la alfarería	47
6.6 Resultados del levantamiento de información y de la toma de muestras de pigmentos y esmaltes cerámicos en talleres de alfarería en México	49
7. La cadena de suministro del plomo en México	67
7.1 Minería	67
7.1.1 Panorama internacional	67
7.1.2 Panorama nacional	69

7.2 Refinación	72
7.3 Exportación e importación	72
7.3.1 Acuerdos federales para el flujo comercial de importación y exportación de residuos conteniendo plomo y algunos compuestos y óxidos de plomo.	74
7.3.2 Información pública en DATA México y COMTRADE	77
7.3.3 Exportación	78
7.3.4 Importación	79
7.3.5 Flujo de exportación e importación de acumuladores de plomo	81
7.4 Reciclaje	83
8. Empresas que importan, fabrican, oxidan, distribuyen y comercializan óxidos y compuestos de plomo en México que se identifica que pueden proveer a las industrias de la alfarería, pinturas y plásticos en México.	86
9. Cadenas de suministro de los compuestos y óxidos de plomo identificadas como posibles fuentes de abastecimiento para las industrias de la alfarería, pinturas y plásticos en México.	88
9.1 Fuentes de abastecimiento del óxido de plomo para la alfarería de baja temperatura	89
9.2 Fuentes de abastecimiento de óxido de plomo como pigmento para las industrias de los plásticos y de las pinturas.	93
9.3 Fuentes de abastecimiento de cromatos de plomo como pigmento para las industrias de los plásticos y de las pinturas	96
9.4 Breve reseña de las empresas involucradas en la cadena de suministro de óxidos y cromatos de plomo en México	98
10. Sustitutos a los compuestos de plomo	111
10.1 Sustitutos a los compuestos de plomo para la industria de pinturas	111
10.2 Sustitutos de estabilizantes y pigmentos de plomo para la industria de plásticos	112
10.3 Sustitutos a los óxidos de plomo para la industria de la alfarería	113
11. Conclusiones y Recomendaciones	116
12. Referencias	122
Anexos	131

1. Introducción

A pesar de haber eliminado el plomo de la gasolina desde 1997, México sigue enfrentando una crisis de intoxicación por plomo. Los niveles de plomo en sangre entre los niños mexicanos son aproximadamente el doble del nivel medio geométrico en los EE. UU. y, además, los niños mexicanos tienen ocho veces más probabilidades de tener niveles de plomo en la sangre superiores a 5,0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ que los niños en los EE. UU. (Pantic, et al., 2018).

Aunque los riesgos derivados de la exposición al plomo están ganando reconocimiento en México, dada la magnitud del problema los esfuerzos para regular y controlar eficientemente sus fuentes han sido insuficientes. Estos esfuerzos se han enfocado en soluciones al final del túnel. Es decir, en regular el contenido de plomo en los productos en lugar de limitar el acceso a este químico tóxico como materia prima.

Este estudio, buscando añadir una nueva mirada al problema a través de una investigación ilustrativa, exhaustiva pero no limitativa, investiga la contribución de tres industrias a la ubicua presencia del plomo en el territorio mexicano: la industria de las pinturas, de la alfarería y de los plásticos.

El primer capítulo contextualiza la problemática de la exposición al plomo en México describiendo sus daños a la salud, así como la normativa vigente que pretende regular su contenido en los plásticos, la alfarería y las pinturas. En el segundo capítulo se describen los antecedentes y los datos que justifican la pertinencia de esta investigación.

El tercer capítulo lista los compuestos de plomo presentes en las tres industrias, sus aplicaciones, sus riesgos de exposición.

En el cuarto y quinto capítulos se describen respectivamente las industrias de las pinturas y los plásticos en México, así como los compuestos de plomo que utilizan y sus aplicaciones específicas.

El sexto capítulo se adentra en la industria de la alfarería tradicional. Inicia describiendo el uso del plomo en sus procesos de esmaltado y pintado y a continuación relata los hallazgos del trabajo de campo realizado. Termina listando los resultados de laboratorio que revelan el contenido de plomo y de cromo de las muestras de pigmentos y esmaltes cerámicos recolectados.

En el séptimo capítulo se describe la cadena de suministro del plomo en México iniciando desde la extracción del mineral de plomo, el flujo de exportación e importación del plomo, de sus compuestos y de las mercancías que los contienen y que son del interés de esta investigación. Se cierra el capítulo describiendo la importante industria del reciclaje del plomo en el país. El capítulo octavo lista a las empresas que importan, reciclan, fabrican, distribuyen

y comercializan óxidos y cromatos de plomo en México para abastecer a las industrias de la alfarería, de las pinturas y de los plásticos.

El capítulo noveno presenta una serie de diagramas que ilustran las cadenas de suministro de los óxidos y los cromatos de plomo en México y ubica a las principales empresas involucradas. En el capítulo décimo se describen las alternativas libres de plomo que están disponibles para el mercado nacional y que pueden sustituir a los cromatos y a los óxidos de plomo para sus aplicaciones en cada industria.

Por último, se listan las conclusiones de esta investigación y se ofrecen una serie de recomendaciones para coadyuvar a implementar políticas efectivas que tengan como propósito controlar y/o prohibir el uso de los óxidos y los cromatos de plomo en las industrias antes descritas para evitar que sus productos sean fuentes de exposición e intoxicación de este toxico metal.

1.1 Contextualización del problema

El envenenamiento por plomo ha sido identificado como un problema omnipresente en México. El plomo es un metal al que la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) clasifica dentro de los diez elementos químicos más preocupantes para la salud pública. Aunque en el año 1997 el país eliminó el uso de la gasolina con plomo, lo que resultó en una disminución en las concentraciones de plomo en el aire (Téllez-Rojo et. al, 2019), persisten importantes fuentes de exposición.

Con el fin de conocer la dimensión de la intoxicación por plomo en México en niños y niñas de 1-4 años, se midió por primera vez la concentración de plomo en sangre (PbS) en una muestra representativa a nivel nacional y estatal en las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición 2018 y 2019 (ENSANUT, 2018 y 2019). Los resultados estimaron que 17.4% de la población infantil en México de 1 a 4 años presenta intoxicación por plomo ($PbS \geq 5.0 \mu g/dL$), lo que equivale a 1.4 millones de niños y niñas. En la población de 1 a 14 años, se estima que este número asciende a 3.3 millones.

La ENSANUT 2018 revela que los niños mexicanos tienen ocho veces más probabilidades de tener niveles de plomo en la sangre superiores a $5.0 \mu g/dl$ que los niños en los EE. UU (Pantic et al., 2018) y sus niveles de plomo son aproximadamente el doble del nivel medio geométrico que los de los EE.UU.

Estos datos fueron la antesala para que, en noviembre del año 2019, el Consejo de Salubridad General (CSG)¹ aprobara el Programa de Acción de Aplicación Inmediata para el Control de la Exposición a Plomo en México² con el objetivo de establecer acciones de promoción, prevención y vigilancia a la exposición por plomo.

¿Y cuáles son las fuentes de plomo que envenenan a los mexicanos? La mayoría del consumo mundial de plomo corresponde a la fabricación de baterías de plomo ácido para vehículos de motor. Sin embargo, el plomo también se utiliza en muchos otros productos, como pigmentos, pinturas, soldaduras, vidrieras, vajillas de cristal, municiones, esmaltes cerámicos, joyas, juguetes, algunos productos cosméticos tradicionales como el kohl y el sindoor, y algunos medicamentos tradicionales utilizados en países como la India, México y Vietnam. También puede encontrarse en el agua potable canalizada a través de tuberías de plomo o tuberías con soldaduras de plomo (OMS, 2022).

La presencia del plomo en los plásticos como colorante o estabilizador es otro tema de preocupación mundial que ha requerido la atención de las autoridades y empresas.

En el caso de nuestro país, es de especial interés y preocupación el uso de plomo en el barro artesanal, en los plásticos y en las pinturas, por ser fuentes de exposición ubicuas.

El Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART), un fideicomiso público del Gobierno de México creado en 1974 para promover y difundir la artesanía mexicana y apoyar a los artesanos, ha trabajado ininterrumpidamente desde hace más de tres décadas en proyectos educativos con los artesanos ceramistas para disuadirlos de seguir utilizando insumos con plomo en sus productos. Sin embargo, estos esfuerzos han resultado insuficientes dada la cantidad de artesanos que existen en el país, las limitaciones económicas del gobierno para abordarlos a todos y la falta de medidas de verificación y control. Aunque existe una Norma Oficial Mexicana que limita la cantidad de plomo soluble en algunas piezas de alfarería que serán utilizadas para contener o procesar alimentos y/o bebidas, actualmente, solo en tres estados de México se consumen 400 toneladas mensuales de óxido de plomo para la producción alfarera. Según datos de la Secretaría de Economía, en el cuarto trimestre del año 2023, las personas que trabajaron como alfareros y trabajadores ceramistas fueron 73,200 (DATA México). Abordar el problema centrándose exclusivamente en soluciones al final del proceso entre los productores alfareros es una tarea inalcanzable dada su magnitud.

¹ Órgano colegiado que depende directamente del presidente de la República y tiene el carácter de autoridad sanitaria, con funciones normativas, consultivas y ejecutivas (csg.gob.mx)

² Revista de acuerdos del Consejo de Salubridad General (2020)

https://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/comunicacion/revista/Revista_ACUERDOS_N-1_Dic_2020.pdf

En el ámbito de las pinturas, el estudio *Plomo en Pinturas Decorativas Nuevas. Un Estudio Mundial* de Kumar, A. (2009) en el que se analizaron pinturas en México por su contenido de plomo, encontró que el 100% de ellas tuvieron niveles de plomo superiores a 90 ppm. En un estudio más reciente del 2018³, se identificó que el 45% del total de las muestras seguían con concentraciones por encima de 90 ppm. Sin embargo, las concentraciones más altas de plomo seguían siendo similares en los dos estudios: 163,811 ppm en el año 2009 y 200,000 ppm en el 2018. Aunque el porcentaje de pinturas con plomo ha disminuido, los avances en 10 años no han sido suficientes.

La contaminación por plomo en los plásticos es un problema poco estudiado y conocido en México, pero bien identificado a nivel mundial. Un estudio realizado en el 2020 por el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), reveló que diversos plásticos de un solo uso en la Ciudad de México contenían metales pesados, entre ellos el plomo. De los plásticos de polietileno de alta y baja densidad de un solo uso analizados, se encontró una concentración significativa de plomo, con un promedio de 7,528 mg/kg por unidad (Shruti, Pérez-Guevara, Roy, et al., 2020). Además, en estas mismas muestras se encontraron altas concentraciones de cromo, lo que permite inferir que probablemente tienen cromatos de plomo como pigmento.

La experiencia del pasado, permite concluir que los esfuerzos para limitar el contenido de plomo en la industria alfarera, de pinturas y de plástico, no han sido suficientes o no han sido dirigidos correctamente. Las medidas regulatorias pueden ser insuficientes o nulas, o bien, de difícil cumplimiento y/o carecer de elementos efectivos de control, de vigilancia y de sanciones. Esto sugiere que mientras haya acceso a materias primas con plomo en el mercado mexicano, éstas seguirán utilizándose. Por lo tanto, para abordar adecuadamente la raíz del problema, existe una necesidad inminente de identificar la cadena de suministro de estos insumos y a las empresas involucradas en ella. Esto permitirá incidir en la problemática dirigiéndose a la fuente de los insumos, mismos que definitivamente representan un esfuerzo más alcanzable y mejor dirigido dado su tamaño.

³ Informe *Plomo en pinturas a base de solventes para uso doméstico en México, 2018*. IPEN, puede consultarse en: https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-mexico-lead-report-v1_4-es.pdf

1.2 Objetivos del Informe

Se proponen los siguientes objetivos para guiar la investigación:

Objetivo general: Identificar las fuentes de óxidos y cromatos de plomo que abastecen a las industrias de la alfarería, los plásticos y las pinturas en México y su cadena de suministro, como insumo para elaborar políticas públicas efectivas conducentes a evitar la exposición de la población a este metal tóxico.

Objetivos específicos:

- Identificar a las empresas que importan, fabrican, distribuyen y comercializan óxidos y cromatos de plomo que abastecen a las industrias de la alfarería, los plásticos y las pinturas en México.
- Identificar la cadena de suministro de óxidos y cromatos de plomo para las industrias de los plásticos, alfarería y pinturas en México.
- Proponer políticas públicas efectivas conducentes a evitar la exposición de la población al plomo y sus compuestos que actualmente están presente en la alfarería, los plásticos y las pinturas en México.

Consideramos que este estudio proporciona insumos claros y contundentes para elaborar políticas públicas mejor enfocadas y alcanzables para mitigar la exposición a las fuentes más ubicuas de plomo en nuestro país.

1.3 Daños a la salud del plomo

La exposición al plomo puede ser perjudicial para la mayoría de los sistemas del cuerpo ya que interfiere con la función celular y el metabolismo. Las principales vías de exposición al plomo son por vía respiratoria y digestiva. Concentraciones elevadas de plomo en el cuerpo producen efectos nocivos sobre la hematopoyética, la función hepática, renal y los sistemas reproductivo y gastrointestinal (Silbergeld, et al., 1990; Landrigan, et al., 1990, 1991). Su principal objetivo es el sistema nervioso central y el cerebro (Needleman, 2004), pero también se clasifica como un químico perturbador endocrino (Lavicoli et al., 2009). Una vez que el plomo entra al cuerpo humano por ingestión, inhalación o a través de la placenta, tiene el potencial de dañar varios sistemas biológicos. En general, es aceptado que uno de los elementos clave en la toxicidad del plomo es su capacidad para reemplazar el calcio en los sistemas de neurotransmisores, las proteínas y la estructura ósea, alterando su función y estructura, provocando graves efectos en la salud (Verstraeten et al., 2008) en general irreversibles y que pueden perdurar a lo largo de toda la vida (Bellinger, 2008).

Si bien, la exposición al plomo afecta a los adultos, los niños sufren daños aún en presencia de cantidades mucho más pequeñas y absorben hasta 5 veces más el plomo ingerido que los adultos. Los niños con deficiencias alimentarias absorben más rápidamente el plomo que ingieren (OMS, 2010). El feto humano se considera el más vulnerable. Una mujer embarazada puede transferir el plomo acumulado en su cuerpo al bebé en desarrollo (Bellinger, 2008). El plomo también se transfiere durante la lactancia a través de la leche materna (Björklund et al., 2012).



Figura 1. Mujer y niña esmaltando piezas cerámicas. Fuente elaboración propia

Se han encontrado evidencias de disminución en la inteligencia debido a la exposición temprana al plomo, lo que ha llevado a la OMS a incluir el “retraso mental ocasionado por plomo” en su lista de enfermedades reconocidas y lo ubica entre las 10 enfermedades más importantes cuya carga a la salud infantil se debe a factores ambientales modificables (WHO, 2023). Investigadores médicos han documentado impactos significativos en la salud de los niños a partir de la exposición al plomo en niveles cada vez más bajos (WHO, 2023). Según la ficha técnica sobre *Envenenamiento por Plomo y Salud* de la OMS, no existe un nivel seguro de exposición al plomo (Mielke y Zahran, 2012). Cuando un menor de edad queda expuesto al plomo, el daño a su sistema nervioso aumenta las probabilidades de que experimente dificultades en el entorno escolar y exhiba un comportamiento impulsivo y violento (Attina y Trasande, 2013).

La exposición al plomo en niños pequeños también está relacionada con el aumento en las tasas de hiperactividad, la falta de atención, deserción de la educación media superior, el trastorno de conducta, la delincuencia juvenil, el consumo de drogas y el encarcelamiento (WHO, 2023). Los impactos de la exposición al plomo en la niñez continúan durante toda su vida, afectando a largo plazo su rendimiento laboral y, en promedio, están relacionados con un menor éxito económico.

Un estudio publicado en el año 2013, estimó los costos económicos atribuibles exclusivamente a los impactos del plomo en el desarrollo neurológico, evaluados como una disminución en los puntos de coeficiente intelectual. Se correlacionó el decremento en la puntuación de coeficiente intelectual infantil con la disminución en la productividad económica a lo largo de la vida, expresada en términos de capacidad remunerativa. Se calculó un costo total de 977 mil millones de dólares internacionales⁴ en los países de ingresos bajos y medios, con pérdidas económicas equivalentes a 142,3 mil millones de dólares solo en América Latina y el Caribe (2,04% del PIB). El estudio estimó una pérdida económica en México de 32.6 billones de dólares internacionales, equivalente al 1.86% del PIB (Attina y Trasande, 2013).

De acuerdo a datos de la OMS, el plomo no tiene un papel esencial en el cuerpo humano y el envenenamiento por plomo representa alrededor del 0.6 por ciento de la carga de enfermedad a nivel mundial (WHO, 2023).

⁴ Según el Banco Mundial, “un dólar internacional tiene el mismo poder adquisitivo sobre el PIB que el dólar estadounidense en los Estados Unidos”.

1.3.1 Presencia de plomo en la sangre en la población mexicana

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, en años recientes se han reducido las concentraciones de plomo en sangre a nivel poblacional debido a una disminución del uso del plomo en gasolinas, pinturas, plomería y soldadura. Sin embargo, fuentes significativas de exposición al plomo continúan abiertas, en particular en los países en desarrollo (OPS). En México, los niveles de plomo en sangre han sido motivo de preocupación debido a su impacto en la salud pública.

La normatividad mexicana ha evolucionado para considerar la evidencia científica en el establecimiento de valores de referencia de plomo en sangre cada vez más estrictos para iniciar acciones de salud pública en población de menores de 15 años, mujeres embarazadas y en período de lactancia. La Norma Oficial Mexicana NOM-199-SSA1 "Niveles de plomo en sangre y acciones como criterios para proteger la salud de la población expuesta no ocupacionalmente" se modificó en el año 2017 y estableció una concentración de 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ de plomo en sangre como valor de referencia para iniciar acciones básicas de protección en los grupos poblacionales mencionados y de 25 $\mu\text{g}/\text{dL}$ para el resto de la población no ocupacionalmente expuesta. En una reciente revisión, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY- NOM-199-SSA1 propone bajar la concentración a 1 $\mu\text{g}/\text{dL}$ de plomo en sangre como valor de referencia para iniciar acciones de protección.

La publicación del *Sistema de vigilancia epidemiológica de plomo en sangre en menores de 5 años y en mujeres embarazadas* en noviembre del año 2020 por el Consejo de Salubridad General como la cuarta línea de acción del *Programa De Acción De Aplicación Inmediata Para El Control De La Exposición A Plomo En México*, hace un excelente resumen de los estudios de concentración de plomo en sangre en los niños y niñas mexicanos:

Existen diversos estudios que han documentado concentraciones de plomo en sangre en poblaciones acotadas en todo el país (8), pero sólo tres documentan estas concentraciones a nivel nacional. En 2014, una revisión sistemática con estudios publicados entre 2000 y 2010 estimó una media geométrica en población infantil de 5.36 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (IC 95%: 3.90-6.82), con un rango de 3.02 a 10.55 (8). En 2015 se documentó una prevalencia de intoxicación por plomo, es decir, de más de 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$, de 14.7% (IC 95%: 11.1, 19.3) en una muestra representativa de recién nacidos del estado de Morelos, alcanzando 22.2% (IC 95%: 14.4, 32.5) en residentes de los municipios más marginados del estado.

En nuestro país se ha estimado que 1.4 millones de niñas y niños de 1 a 4 años presenta intoxicación por plomo, como muestran los análisis realizados por el Instituto Nacional de Salud Pública con las mediciones

de plomo en sangre que se tomaron como parte de las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición ENSANUT-100K y ENSANUT 2018-19. Estas encuestas son representativas de la población de localidades menores de 100,000 habitantes, en el caso de la primera, y de todo el país, con representatividad estatal, en la segunda.

En el año 2018 se estimó una prevalencia de intoxicación de 21.8% (ENSANUT-100K), lo cual representa poco más de un millón de niños y niñas con esta condición (46). La región Sur del país mostró la prevalencia más elevada de intoxicación (25.8%), seguida del Centro (20.7%) y del Norte (9.8%).

En 2018 la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018-19) incluyó la medición de plomo en sangre en población infantil de 1-4 años en una muestra representativa del país y de los 32 estados de la República. Según esta información generada por el Instituto Nacional de Salud Pública y en proceso de publicación, la prevalencia nacional de intoxicación fue de 17.4%, lo que representa 1.4 millones de niños y niñas que exceden el valor de 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (32).

Se identificó una heterogeneidad importante en la prevalencia de intoxicación entre los estados: mientras que en Sinaloa fue nula, en Puebla se estimó la prevalencia más elevada del país con casi la mitad de población infantil (46.6% IC95%: 30.7, 63.3) con niveles de intoxicación. Un total de 17 estados tuvieron prevalencias estatales altas ($\geq 10\%$); 11 prevalencias moderadas (entre 5 y 10%), y solo cuatro estados presentaron prevalencias que se pueden considerar bajas ($< 5\%$). En los estados de Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Estado de México, Oaxaca y en la CDMX la prevalencia de intoxicación fue mayor al 25% (Secretaría de Salud y Consejo de Salubridad General, 2020, p. 8 - 7)

En la más reciente Encuesta Nacional de Salud y Nutrición realizada en el año 2022 (ENSANUT 2022) de nuevo se tomaron lecturas de la concentración de plomo en sangre (PbS) capilar en la que se midió PbS en 1158 menores de 1-4 años. La prevalencia nacional de intoxicación por Pb ($\geq 5.0 \mu\text{g}/\text{dL}$) fue de 16.8% (IC95%:13.6,20.5). La prevalencia nacional de intoxicación por plomo permaneció estable con respecto a lo reportado en la ENSANUT 2018-19 (Bautista-Arredondo et. al., 2023).

Solo como punto de comparación, la media general del nivel de plomo en sangre en niños estadounidenses de 1 a 5 años disminuyó de 15,2 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (IC del 95 %: 14,3, 16,1) en 1976-1980 a 0,83 $\mu\text{g}/\text{dL}$ (IC del 95 %: 0,78, 0,88) en 2011-2016, lo que representa una disminución del 94,5% en ese tiempo (Egan et al., 2021).

En el estudio *Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad* (2014) se menciona que:

Más del 15% de la población experimentará un decremento de más de 5 puntos en el coeficiente intelectual (CI) a raíz de la exposición al plomo. El análisis también nos lleva a creer que el plomo es responsable de 820,000 AVAD (Años de Vida Ajustados por Discapacidad) por retraso mental ligero provocado por el plomo en niños de 0 a 4 años (p.1).

Estas referencias dan cuenta de la relación entre niveles de plomo en sangre y afectaciones permanentes en la salud y en el desarrollo de la población mexicana.

1.4 Normatividad sobre los límites de contenido de plomo relativa a los plásticos, las pinturas y la alfarería en México.

En la siguiente tabla se listan las Normas Oficiales Mexicanas que regulan el uso del plomo en los siguientes productos de consumo: juguetes, artículos escolares, plomería para agua potable, pinturas, tintas, barnices, lacas y esmaltes, alfarería vidriada, cerámica vidriada, talavera y porcelana.

Aplicable para	Norma y nombre	Objetivo	Dependencias responsables de su aplicación
Plástico, pintura y alfarería	Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA1-2013. Salud Ambiental. Limitaciones y especificaciones sanitarias para el uso de los compuestos de plomo. CANCELADA POR EL PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD 2023	Establecer las limitaciones y las especificaciones sanitarias a que deberá sujetarse el uso de los productos que contengan plomo, ya sea como compuesto sin transformación química y/o en el proceso, sean nacionales y/o de importación.	Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal de Protección contra Riesgos Sanitarios y los gobiernos de las entidades federativas.
	Norma Oficial Mexicana NOM-252-SSA1-2011, Salud Ambiental. Juguetes y Artículos Escolares. Límites de biodisponibilidad de metales pesados. Especificaciones químicas y métodos de prueba.	Establecer el límite de biodisponibilidad y método de prueba para la determinación de plomo que deben cumplir los juguetes para niños de hasta los 12 años cumplidos y los artículos escolares destinados a preescolares.	Secretaría de Salud a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y los gobiernos de las entidades federativas, en el ámbito de sus respectivas competencias.
Pinturas	Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA1-2006. Salud Ambiental. Requisitos Sanitarios que debe satisfacer el etiquetado de Pinturas, Tintas, Barnices, Lacas y Esmaltes.	Establecer los requisitos de información sanitaria y generales para la venta y suministro de las pinturas, tintas, barnices, lacas y esmalte que debe satisfacer el etiquetado de sus envases.	Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, los gobiernos de las entidades federativas y a los organismos de tercera parte habilitados para ello.
	Proyecto De Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-003-SSA1-2018, Salud Ambiental. Requisitos sanitarios que debe satisfacer el etiquetado de pinturas y productos relacionados. CANCELADA POR EL PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD 2023	Establecer los requisitos de información sanitaria que debe cumplir el etiquetado de pinturas y productos relacionados.	Secretaría de Salud, a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, y los gobiernos de las entidades federativas en sus respectivos ámbitos de competencia.

Alfarería	Norma Oficial Mexicana NOM-231-SSA1-2016, Artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada, porcelana y artículos de vidrio-límites máximos permisibles de plomo y cadmio solubles-método de ensayo.	Especificar los límites máximos permisibles de plomo y cadmio solubles, que deben cumplir los artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada, porcelana y artículos de vidrio, que se utilicen para contener y procesar alimentos y bebidas.	Secretaría de Salud a través de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, y los gobiernos de las entidades federativas, en el ámbito de sus respectivas competencias.
	Norma Oficial Mexicana NOM-132-SCFI-1998, Talavera-Especificaciones.	Establecer las especificaciones que debe cumplir la cerámica denominada "Talavera".	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), en el ámbito de sus respectivas competencias.
Plásticos	NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.	Establecer especificaciones mínimas de desempeño para los productos que integran los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario, para asegurar la hermeticidad de éstos a largo plazo. Establecer las condiciones y métodos de prueba para asegurar una instalación hermética de los productos que integran los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario. Establecer las condiciones de operación y mantenimiento para garantizar una vida útil suficiente de los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario.	La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional del Agua

Tabla 1. Normas Oficiales Mexicanas que regulan el uso de plomo en los siguientes productos de consumo: juguetes, artículos escolares, plomería que lleva agua potable, Pinturas, Tintas, Barnices, Lacas y Esmaltes, Alfarería vidriada, cerámica vidriada, talavera y porcelana. Fuente: elaboración propia.

Es importante destacar que la normatividad que regula el uso del plomo y sus compuestos en México, lejos de haberse hecho más restrictiva en favor de la salud de la población, ha sufrido serias regresiones. Ya desde el año 2004, en el que se publicó la *Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA1-1993, Salud ambiental. Limitaciones y requisitos sanitarios para el uso y comercialización de monóxido de plomo (litargirio), óxido rojo de plomo (minio) y del carbonato básico de plomo (albayalde)*, se intentaba prohibir el uso del plomo y compuestos según se describe en su texto:

4.1 Se prohíbe utilizar el carbonato básico de plomo como pigmento blanco para pinturas, esmaltes, recubrimientos, tintas y cualquier otro artículo que contenga estos compuestos.

4.2 Se prohíbe utilizar y comercializar óxido de plomo, monóxido de plomo y el carbonato básico de plomo en los compuestos sin transformación química señalados en el párrafo anterior, en los siguientes productos: juguetes, lápices, plumas, colores para dibujar, plastilinas y otros artículos escolares, tintas de

impresión, productos cosméticos, muebles y pinturas para exteriores e interiores de inmuebles habitacionales y escuelas, emulsiones y esmaltes domésticos; así como otros en cuya composición intervengan estos compuestos y que puedan estar en contacto con las personas.

4.3 Se prohíbe usar y comercializar esmaltes y colorantes nacionales e importados con monóxido de plomo (litargirio), óxido rojo de plomo (minio) y del carbonato básico de plomo (albayalde) en la fabricación de alfarería vidriada, cerámica vidriada y porcelana, que sirvan para contener y procesar alimentos y/o bebidas

Usos permitidos

4.4 El óxido rojo de plomo podrá utilizarse como pigmento anticorrosivo en pinturas y recubrimientos para mantenimiento de barcos, plataformas y, en general, de objetos que estén en contacto constante con agua de mar, así como para el recubrimiento de estructuras, puestos e instalaciones en general, que estén expuestos a un ambiente agresivo de corrosión.

Desgraciadamente, lejos de fortalecer las medidas de restricción para mitigar la exposición al plomo, 10 años después esta norma fue modificada por una versión más laxa: La *NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SSA1-2013, Salud ambiental. Limitaciones y especificaciones sanitarias para el uso de los compuestos de plomo*, misma que modifica el texto “se prohíbe utilizar y comercializar óxido de plomo” por “se deberá evitar el uso de compuestos de plomo”.

Aún peor, recientemente esta norma se ha cancelado por el PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD 2023 publicado en el DOF el día 28 de febrero del 2023, con la siguiente justificación:

En atención al Plan Nacional de Desarrollo, al Programa Sectorial de Salud, a los Proyectos Prioritarios de esta Autoridad Normalizadora alineados a los objetivos de creación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Salud pública determinados por la Secretaría de Salud y considerando las capacidades con las que se cuenta para su debido cumplimiento y contribución al desarrollo económico y protección de los objetivos de interés público, la cancelación de esta norma no se apega a los fines antes mencionados.

También se ha cancelado el *Proyecto De Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-003-SSA1-2018, Salud Ambiental. Requisitos sanitarios que debe satisfacer el etiquetado de pinturas y productos relacionados* por el PROGRAMA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA DE LA CALIDAD 2023 con la misma justificación que la norma anteriormente mencionada. Este proyecto de norma fue discutido por largo tiempo en un grupo de trabajo en el que se acordó

limitar el contenido de plomo a 90 ppm en las pinturas arquitectónicas y de uso doméstico, y estaba en el proceso de ser publicado para sustituir a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-SSA1-2006.

Otro punto importante a destacar, son las graves deficiencias de la *Norma Oficial Mexicana NOM-231-SSA1-2016, Artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada, porcelana y artículos de vidrio-límites máximos permisibles de plomo y cadmio solubles-método de ensayo*, que actualmente se encuentra en vigencia. Esta norma regula solo el plomo lixiviable y únicamente en las piezas de alfarería, cerámica vidriada, porcelana y vidrio destinados a contener y procesar alimentos y bebidas. Estas especificaciones omiten la exposición ocupacional, específicamente la de los alfareros, ya que no se regula el plomo total ni el total de las piezas de alfarería.

Para entender la efectiva aplicación de la normatividad hacia los sujetos obligados, el equipo de investigación realizó algunas solicitudes de información a través de los mecanismos oficiales de transparencia que permitieran conocer los mecanismos de vigilancia y control por parte de las autoridades competentes sobre la normatividad que regula el uso del plomo y sus compuestos en México. Específicamente, se solicitó a la Secretaría de Salud y a la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) información acerca de los mecanismos que se llevan a cabo para la vigilancia del cumplimiento a la Norma Oficial Mexicana NOM-231-SSA1-2016, Artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada, porcelana y artículos de vidrio-Límites máximos permisibles de plomo y cadmio solubles-Método de Ensayo y a la NORMA Oficial Mexicana NOM-004-SSA1-2013, Salud ambiental. Limitaciones y especificaciones sanitarias para el uso de los compuestos de plomo.

La Secretaría de Salud respondió que, si bien la COFEPRIS está adscrita a la Secretaría de Salud, es la COFEPRIS la responsable de esta vigilancia, ya que cuenta con atribuciones otorgadas por un ordenamiento jurídico legal mismas que debe de ejercer directamente y con independencia de su área de adscripción. Además, la secretaria enfatizó sobre la necesidad que existe de precisar los alcances jurídicos de la adscripción de la COFEPRIS a la Secretaría de Salud.

Al solicitar la misma información a la COFEPRIS, esta señaló que la vigilancia es responsabilidad de la Comisión de Evidencia y Manejo de Riesgos (CEMAR), la unidad administrativa de la COFEPRIS que se encarga de identificar y evaluar los riesgos a la salud, revisar los elementos que demuestren la existencia de riesgo, los analiza y verifica sus efectos nocivos para determinar la prioridad, costo y el alcance del riesgo. Además, esta comisión propone alternativas para el manejo del riesgo y emite las medidas de prevención y de control regulatorio y no regulatorio (Mediffairs, 2020). Sin embargo, después de una búsqueda exhaustiva, la COFEPRIS concluye que la información solicitada es inexistente en la CEMAR.

Las respuestas anteriores nos han llevado a concluir que no parecen existir mecanismos de vigilancia y control establecidos, por lo menos para verificar el cumplimiento de las dos normas antes citadas. Esto ratifica que no es suficiente el contar con normas que regulen el uso del plomo y sus compuestos, si éstas no son vigiladas en su cumplimiento.

Se concluye que la normatividad que regula el contenido de plomo en las tres industrias de este proyecto de investigación, es deficiente, ha ido en franca regresión y no está siendo vigilada en su cumplimiento.

1.4.1 Registro Nacional de Sustancias Químicas Industriales en México

Los registros nacionales o supranacionales de sustancias químicas, como el inventario de sustancias químicas de la ley de sustancias químicas de los Estados Unidos (TSCA por sus siglas en inglés) y el registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas (REACH por sus siglas en inglés) de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA por sus siglas en inglés), tienen como fin el mejorar la protección de la salud humana y el medio ambiente frente a los riesgos derivados de las sustancias y mezclas químicas a través del registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y compuestos químicos en sus demarcaciones.

En México no se cuenta con un registro nacional de sustancias químicas industriales, solo existe un inventario / catálogo de aproximadamente 5,852 sustancias identificadas en información encontrada en las Cédulas de Operación Anual (COAs)⁵ o reportadas al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes RETC⁶ (INEC, 2014). Este registro se alberga en el portal del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Pero este catálogo/inventario sólo lista las sustancias identificadas en reportes de la industria, no implica un análisis de riesgo de dichas sustancias ni una autorización de uso. Es decir, las sustancias químicas industriales en México pueden usarse libremente por falta de un registro que las regule.

No hay un registro porque ninguna secretaría federal tiene dentro de sus atribuciones la de regular el uso de estas sustancias, por lo que se requiere un instrumento normativo que le asigne las atribuciones a alguna secretaría. Si hay, sin embargo, un acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación en el año 2018 que pretende dotar

⁵ La Cédula de Operación anual es un trámite que reporta y recopila información de emisiones y transferencia de contaminantes al agua, aire, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos.

⁶ El Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), es un instrumento de política ambiental que difunde la información sobre las emisiones y transferencias de las Sustancias RETC, listadas en la NOM-165-SEMARNAT-2013, misma información que es generada por los establecimientos sujetos a reporte. El RETC se consulta en la página <http://sinat.semarnat.gob.mx/retc/index.html>

de estas atribuciones al INEGI⁷, pero solo es un acuerdo y requiere elevarse a ser un instrumento normativo. Desgraciadamente el Consejo General de Salubridad⁸ ha hecho caso omiso de dar el seguimiento que corresponde.

Las sustancias que sí están reguladas son los plaguicidas, los nutrientes vegetales, y los medicamentos⁹. Existen también el ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas, mimos que pretenden regular el paso transfronterizo de algunas sustancias.

Sin embargo, el carecer de un registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias y compuestos químicos en México y el no contar con un mecanismo certero que por lo menos dé seguimiento de verificación y control de cumplimiento a las normas existentes que regulan las sustancias químicas en el país, hace muy difícil el poder mitigar los daños a la salud derivados del plomo y sus compuestos que se describirán a lo largo del presente informe.

1.4.2 Esfuerzos internacionales para limitar el uso del plomo y los compuestos de plomo.

La Declaración de Budapest sobre Mercurio, Plomo y Cadmio fue adoptada en el año 2006 dentro del Foro Intergubernamental sobre Seguridad Química, una plataforma global de partes interesadas que buscaba promover la gestión racional de las sustancias químicas. Aunque algunos Estados acordaron tomar medidas para proteger la salud humana y el medio ambiente de la contaminación por mercurio, cadmio y plomo, finalmente sólo el mercurio acabó siendo regulado en un instrumento internacional jurídicamente vinculante bajo el nombre del Convenio de Minamata, muy a pesar de quienes abogaban por la regulación de los tres metales pesados a nivel mundial.

⁷ https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541067&fecha=16/10/2018#gsc.tab=0

⁸ www.csq.gob.mx/ El Consejo de Salubridad General es un órgano colegiado que depende directamente del presidente de la República y tiene el carácter de autoridad sanitaria, con funciones normativas, consultivas y ejecutivas. Se rige por la Ley General de Salud.

⁹ En el siguiente vínculo se pueden encontrar las empresas que han solicitado su registro: <http://siipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebReqPlaguicida.asp>.

Si bien no se ha constituido un convenio como el de Minamata para regular el plomo de manera global, si se han dado algunos pasos importantes en algunos usos de este tóxico metal. Tal es el caso de la eliminación del plomo en las pinturas y los esfuerzos para la gestión ambientalmente adecuada de los residuos de baterías de plomo ácido. Por acuerdo de La Conferencia Internacional sobre Gestión de Productos Químicos, el Enfoque Estratégico para la Gestión de Productos Químicos a nivel Internacional (SAICM por sus siglas en inglés) emprendió un ambicioso programa para eliminar el uso del plomo en las pinturas para lo que se estableció la Alianza Global para Eliminar el Plomo en las Pinturas (GAELP por sus siglas en inglés).

A la fecha, y en parte fruto de estos esfuerzos, un total de 93 países tienen leyes que limitan el contenido de plomo en la pintura, además de 19 países que están en las etapas finales de redacción de leyes sobre pintura con plomo (WHO, 2023).

Desgraciadamente, aún si la definición establecida por GAELP para “pintura con plomo” incluye a los barnices, lacas, tintes, esmaltes, vidriados, imprimaciones o revestimientos utilizados para cualquier fin, los vidriados y esmaltes con plomo para su uso en alfarería no han sido abordados en sus planes de trabajo.

Con respecto al plomo en los plásticos, a partir de una resolución de la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEA-5) para poner fin a la contaminación plástica, se trabaja actualmente en un instrumento internacional jurídicamente vinculante sobre la contaminación plástica, incluido el medio marino. En las negociaciones se está dando especial énfasis en regular/ prohibir las sustancias químicas que contienen los plásticos, entre ellos el plomo y sus compuestos.

2. Justificación

La exposición al plomo es un problema que afecta a trabajadores de diversas industrias, a sus familias y a comunidades aledañas a los lugares de fabricación o procesamiento (ej. reciclaje y fabricación de baterías de plomo ácido, fabricantes de pigmentos o pinturas, industria alfarera), pero también afecta de manera muy importante a población no expuesta ocupacionalmente en todo el mundo, especialmente en países en donde el uso del plomo en productos de consumo no está regulado o está pobremente vigilado. En este informe abordamos el uso del plomo en la alfarería, la pintura y los plásticos, por considerar que en el caso de México podrían ser las fuentes más ubicuas de plomo afectando prácticamente a toda la población. Al ingerir alimentos cocinados o servidos en alfarería con plomo, estar en contacto con chips o polvo de pintura con plomo o ingerir o estar en contacto con agua que ha pasado por tuberías o con juguetes que contienen plomo, hay una exposición generalizada a esta sustancia.

Pero más allá de abordar el uso del plomo en estas tres industrias, es del interés del grupo de investigación el conocer la cadena de suministro de este insumo y específicamente el identificar a las empresas involucradas en la fabricación, distribución y venta del plomo y sus compuestos que causan la toxicidad en los productos. Se considera que para abordar de manera eficiente y contundente la problemática de la exposición generalizada al plomo, no basta tratar de incidir con legislación que limite su contenido en los productos finales, hay que ir al origen y regular/ restringir el acceso a estos compuestos desde sus fuentes de abastecimiento. Para ello se requiere de una regulación efectiva, eficiente y vigilable, además de ser indispensable el contar con suficiente infraestructura técnica, humana, financiera y el claro establecimiento de las atribuciones pertinentes por parte de las autoridades responsables para que esto en efecto suceda.

2.1 Antecedentes

Casa Cem ha demostrado la presencia del plomo en diferentes fuentes de exposición en México desde el año 2018. Ese año, Casa Cem y la Red Global para la Eliminación de Contaminantes (IPEN por sus siglas en inglés) documentaron en el informe *Plomo en Pinturas a Base de Solventes para uso Doméstico en México*¹⁰ concentraciones de hasta 200,000 partes por millón (ppm) de plomo en pinturas disponibles en el mercado en México.

Se analizaron 118 muestras de pintura, de las cuales 53 fueron determinadas como pinturas con plomo (45% del total de las muestras de pintura), es decir, tuvieron concentraciones de plomo por encima de 90 ppm, límite

¹⁰ El informe completo puede consultarse en el siguiente enlace: https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-mexico-lead-report-v1_4-es.pdf

reglamentario de plomo en pinturas decorativas más estricto establecido en el mundo. Además, 32 muestras de pintura (27% del total de las muestras de pintura) tuvieron concentraciones de plomo peligrosamente altas por encima de 10,000 ppm.

En el año 2019 Casa Cem e IPEN publicaron un nuevo estudio. El informe *Plomo en Juegos Infantiles en México*¹¹ analizó el contenido de plomo en la pintura de juegos infantiles en 8 parques públicos ubicados en Guadalajara y Zapopan a través de lecturas realizadas con un espectrómetro portátil de fluorescencia de rayos X (XRF). Este estudio reveló que, del total de las lecturas tomadas a los juegos infantiles, 81% fueron identificadas con contenido de plomo en concentraciones por encima de 90 ppm. Adicionalmente, el 48% de las lecturas se identificaron en niveles peligrosamente altos por encima de 10,000 ppm. En los 8 parques muestreados se ubicó al menos un juego infantil con contenido de plomo en su pintura.

El informe *Presencia de Plomo en la Pintura de la Infraestructura Urbana en 5 Municipios del Área Metropolitana de Guadalajara*, fue publicado en el año 2022. En este estudio se analizó el contenido de plomo en la pintura adquirida y aplicada por los gobiernos municipales sobre la infraestructura pública. Se encontró que 30 del total de las 43 muestras de pintura analizadas (70% del total de las muestras) fueron determinadas como pinturas con plomo, es decir, tuvieron concentraciones de plomo por encima de 90 ppm. Entre las 30 muestras determinadas con más de 90 ppm de plomo se encuentran tanto pinturas de tráfico como pinturas de esmalte base solvente para otro tipo de infraestructura.¹² En este estudio se analizaron tanto pinturas ya aplicadas sobre la infraestructura pública como pinturas nuevas recién adquiridas por los municipios. La concentración de plomo más alta detectada en las muestras de pintura aplicadas en la infraestructura pública fue de 110,000 ppm misma que correspondía a una pintura de tráfico de color amarillo extraída del balizamiento urbano. La concentración de plomo más alta detectada en las muestras de pintura nueva fue de 65,000 ppm en una muestra de esmalte de color naranja.

Casa Cem también ha participado en grupos de trabajo para la revisión de Normas Oficiales Mexicanas relativas al plomo, ha elaborado guías de repintado seguro para trabajadores y participado en diferentes foros nacionales e internacionales relacionados, además de hacer un estudio de contaminación del suelo alrededor de plantas de reciclaje de baterías de plomo ácido en colaboración con OK International.

La experiencia obtenida, ha llevado a la conclusión de que el abordaje a la problemática requiere de un enfoque distinto, mismo que se pretende desarrollar en este documento.

¹¹ El informe completo puede consultarse en el siguiente enlace: [https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-lead-playgrounds-mexico_v1_2-es-web.pdf]

¹² El informe completo se puede consultar en: <https://casacem.com/upload/131d0c3351ca733526cfd94c66b3b93d.pdf>

3. Los compuestos de plomo presentes en las industrias de la pintura, alfarería y los plásticos

En este apartado se presenta de manera sistemática a los compuestos de plomo presentes en las industrias de la pintura, la alfarería y los plásticos. A través de un exhaustivo análisis, consulta e investigación se creó un listado que permite identificar a los compuestos de plomo presentes en estas industrias.

Las fuentes retomadas para la integración del listado de compuestos de plomo se integran por: la investigación científica *Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids* (2020), los listados de instancias internacionales como el Reglamento REACH (Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas) y su informe "Declaración sobre Compuestos de Plomo" (2015), el listado de sustancias peligrosas *Right to Know Hazardous Substance List* del departamento de salud de la ciudad de Nueva Jersey en Estados Unidos y el informe del Sistema Nacional de Notificación y Evaluación de Productos Químicos Industriales (NICNAS, por sus siglas en inglés) respecto a los compuestos de plomo identificados de atención prioritaria.

Por último, se contrastó la información de estas fuentes con el Catálogo Nacional de Sustancias Químicas (2018) del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). En total, se listaron 43 sustancias (óxidos y compuestos de plomo) que están presentes en las tres industrias. Este listado no representa al total de los compuestos presentes en las industrias de alfarería, plásticos y pinturas, pero sí presenta una búsqueda exhaustiva por recopilar aquellas sustancias más representativas. En la tabla siguiente se presenta el listado de sustancias con su número de CAS:

CAS	Nombre de la sustancia
7784-40-9	Ácido arsénico (H ₃ AsO ₄), sal de plomo (2+) (1:1)
1072-35-1	Ácido octadecanoico, sal de plomo (2+) (2:1)
1314-41-6	Óxido de plomo (Pb ₃ O ₄)
1317-36-8	Óxido de plomo (PbO)
1319-46-6	Hidróxido de carbonato de plomo (Pb ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂)
1335-32-6	Plomo, bis(acetato-O) tetrahidroxitri-
7439-92-1	Plomo
7446-14-2	Ácido sulfúrico, sal de plomo (2+) (1:1)
7446-27-7	Ácido fosfórico, sal de plomo (2+) (2:3)
7758-95-4	Cloruro de plomo (PbCl ₂)
13424-46-9	Azida de plomo (Pb(N ₃) ₂)

15245-44-0	Sal de 1,3-bencenodiol, 2,4,6-trinitro-, plomo (2+) (1:1)
61790-14-5	Ácidos nafténicos, sales de plomo.
7758-97-6	Ácido crómico (H ₂ CrO ₄), sal de plomo (2+) (1:1)
12202-17-4	Sulfato de óxido de plomo (Pb ₄ O ₃ (SO ₄))
12626-81-2	Óxido de plomo, titanio y circonio (Pb (Ti,Zr)O ₃)
1309-60-0	Óxido de plomo (PbO ₂)
598-63-0	Ácido carbónico, sal de plomo (2+) (1:1)
10099-74-8	Ácido nítrico, sal de plomo (2+) (2:1)
10031-13-7	Ácido arsenénico, sal de plomo (2+) (9Cl)
11120-22-2	Ácido silícico, sal de plomo.
10190-55-3	Óxido de plomo y molibdeno (PbMoO ₄)
1344-37-2	Sulfocromato de plomo
12656-85-8	Sulfato de molibdato rojo, rojo de cromato molibdato sulfato de plomo
18454-12-1	Óxido de cromato de plomo
7319-86-0	Octanoato de plomo
0301-8-6	Plomo 2-etilhexanoato
6080-56-4	Acetato de plomo (II)
1314-87-0	Sulfuro de plomo (II)
6477-64-1	Dipicrato de plomo
17570-76-2	Ácido metanosulfónico, sal de plomo (2+)
24511950	(Ftalato(2-)) dioxotriplomo
51404-69-4	Ácido acético, sal de plomo, básico
12578-12-0	Dioxobis(estearato)triplomo
91031-62-8	Ácidos grasos, C16-18, sales de plomo.
13814-96-5	Tetrafluoroborato de plomo (II)
12036-76-9	Sulfato de óxido de plomo
12065-90-6	Sulfato de tetraóxido de pentaplomo
68784-75-8	Ácido silícico, sal de bario, dopada con plomo.
12141-20-7	Fosfonato de dióxido de triplomo
0301-04-02	Di(acetato) de plomo
62229-08-07	Ácido sulfuroso, sal de plomo, dibásico.
69011-06-09	(Ftalato (2-)) dioxotriplomo

Tabla 2¹³. Listado de compuestos químicos de plomo. Fuente: Elaboración propia con datos de Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids (2020); Sistema Nacional de Notificación y Evaluación de Productos Químicos Industriales (NICNAS); Reglamento REACH (Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas).

¹³ La tabla completa de sustancias con información adicional puede consultarse en el anexo 1.

De esta lista, los compuestos con plomo que se retomaron puntualmente en esta investigación son pocos y representan solo los más significativos, sin embargo, se considera relevante presentar todas las sustancias que han sido identificadas como insumos en las tres industrias de interés. Además, esta lista permite dimensionar la complejidad de atender la totalidad de ellas en cuanto a la regulación y uso de estos compuestos.

4. La industria de las Pinturas

La industria de las pinturas en México es una industria en constante cambio, se compone de una diversa gama de empresas tanto grandes, como pequeñas. De acuerdo a la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas (ANAFAPYT) la producción de pinturas en México ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, alcanzando un volumen total de 946 millones de litros en el año 2021, lo que representa un incremento del 8.9% en comparación con el 2020 (ANAFAPYT).

Según el informe Análisis del Mercado de Pinturas y Recubrimientos en México (EMR, 2024) el mercado mexicano de pinturas y recubrimientos alcanzó un valor aproximado de USD 2.55 mil millones en 2023, con proyecciones que indican un crecimiento anual compuesto del 2.9% entre 2024 y 2032, llegando así a una cifra estimada de USD 3.30 mil millones en 2032. En el Informe Anual del Mercado Mexicano de Pinturas 2019 de la ANAFAPYT se menciona que, de los 1,143,000 litros de pintura que se consumen en México, el 62.6% corresponden a pinturas arquitectónicas, el 19.1% a manufacturas originales, 10.3% a pinturas de propósito especial y el 8% a solventes.

Respecto a las exportaciones de pinturas mexicanas, según datos de la ANAFAPYT, en el 2021 éstas experimentaron un crecimiento del 126% respecto al 2020 con 45 mil 60 toneladas (19 mil 860 en 2020) (Hernández, 2022), alcanzando un valor de 165 millones de dólares. De este total, el 61% se destinó a Centro y Sudamérica, mientras que el 34.0% se dirigió a la región de América del Norte.

La ANAFAPYT es miembro de GAELP, por lo que está comprometida para trabajar con sus agremiados para la eliminación de las pinturas con plomo en México.



Figura 2. Pinturas. Fuente: Zivica

4.1 ¿Para qué fines se usa el plomo en la industria?

El plomo tiene varias funciones como ingrediente en las pinturas. Se utiliza como:

SECANTE y CATALIZADOR - Para acelerar el proceso de secado en compuestos orgánicos junto con otros metales como el azufre, carbono, sodio, potasio entre otros. El contenido de plomo de estos compuestos es menos del 1% y en la actualidad es poco común. Como catalizador es detonante de procesos reactivos en conjunto con otras sustancias entre las que el plomo se encuentra en muy pequeños porcentajes.

PRIMARIO ANTICORROSIVO - En formato de óxidos de plomo (Litargirio o minio) como sistema de anclaje (primera capa) para proteger de corrosión a los esmaltes base solvente (segunda capa). Es especialmente útil en aplicaciones industriales y en zonas costeras o húmedas.

PIGMENTO - para proporcionar color a las pinturas. Este uso es el más extendido y el que requiere mayor porcentaje de compuestos de plomo para sus formulaciones.

De acuerdo con la Alianza Global para Eliminar el Plomo en las Pinturas (GAELP por sus siglas en inglés), los compuestos de plomo que normalmente se agregan a la pintura incluyen, entre otros: el monóxido de plomo, octanoato de plomo, cromato de plomo, 2-etilhexanoato de plomo, sulfato de plomo, óxido de plomo, molibdato de plomo, nitrato de plomo, sulfocromato de plomo amarillo, naftenato de plomo, Sulfato de cromatomolibdato de plomo rojo, Peróxido de plomo, Carbonato de plomo (albayalde), Óxido de cromato de plomo y Triplomo - bis (carbonato) - dihidróxido¹ (UNEP, 2018).

El documento “Directrices técnicas para la reformulación de pinturas con plomo” (2022) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, compila la siguiente tabla que comprende los compuestos de plomo utilizados en las pinturas, identificados por el índice internacional de color¹⁴ y sus indicaciones de peligro según el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), la OCDE y la ECHA.

¹⁴ El Colour Index International es una base de datos de referencia mantenida conjuntamente por la Society of Dyers and Colourists y la American Association of Textile Chemists and Colorist, en donde se designa un código y un número para cada pigmento. Se puede consultar en este enlace: colour-index.com

SUSTANCIA QUÍMICA / NÚMERO CAS	COLOUR INDEX	INDICACIONES DE PELIGRO (SEGÚN EL SGA)
PIGMENTOS		
Rojo de cromato molibdato sulfato de plomo (PbCrO4 (CrH2O4.Pb) /12656-85-8	Pigmento rojo 104 / PR104	H350: Puede provocar cáncer. H360Df: Puede dañar al feto. Se sospecha que perjudica a la fertilidad. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas. H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos. H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
Cromato de plomo (PbCrO4) / 7758-97-6	Pigmento amarillo 34 / PY34	
Verde cromo (mezcla de cromato de plomo y azul de Prusia)	Pigmento verde 15 / PG 15	
Tetraóxido de plomo (minio) (Pb3O4) / 1314-41-6	Pigmento rojo 105 / PR105	H302: Nocivo en caso de ingestión. H332: Nocivo en caso de inhalación. H351: Se sospecha que provoca cáncer (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que el peligro no se produce por ninguna otra vía). H360: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto (indíquese el efecto específico si se conoce) (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que el peligro no se produce por ninguna otra vía). H360Df: Puede dañar al feto. Se sospecha que perjudica a la fertilidad. H362: Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna. H372: Provoca daños en los órganos (indíquese todos los órganos afectados, si se conocen) tras exposiciones prolongadas o repetidas (indíquese la vía de exposición si se ha demostrado concluyentemente que el peligro no se produce por ninguna otra vía). H372: Provoca daños en el sistema nervioso central, la sangre y los riñones tras exposiciones prolongadas o repetidas si se inhala o se ingiere. H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
Monóxido de plomo (PbO) / 1317-36-8	Pigmento amarillo 46 / PY46	H316: Provoca una leve irritación cutánea. H341: Se sospecha que provoca defectos genéticos. H351: Se sospecha que provoca cáncer. H360: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto. H373: Puede provocar daños en el sistema nervioso, la sangre y los riñones tras exposiciones prolongadas o repetidas. H413: Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
Plomo blanco (2PbCO3 xPb (OH)2) / 37361-76-5	Pigmento blanco 1 / PW1	H350: Puede provocar cáncer. H360: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto. H370: Provoca daños en los órganos (sistema nervioso central, sangre, riñón). H372: Provoca daños en los órganos (sistema nervioso central, sangre, riñón) tras exposiciones prolongadas o repetidas. H413: Puede ser nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.
SECANTES		
Octano ato de plomo (2+) (C16H30O4Pb) / 7319-86-0	/	H302: Nocivo en caso de ingestión. H332: Nocivo en caso de inhalación. H360: Puede perjudicar la fertilidad o dañar al feto. H373: Puede provocar daños en los órganos tras exposiciones prolongadas o repetidas.
Naftenicato de plomo (C22H14O4Pb) / 61790-14-5	/	H400: Muy tóxico para los organismos acuáticos. H410: Muy tóxico para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos.

Tabla 3. Propiedades peligrosas de los compuestos de plomo utilizados en las pinturas. Fuente: Directrices técnicas para la reformulación de pinturas con plomo, PNUMA, 2022.

Si bien todas las aplicaciones del plomo en las pinturas son objeto de preocupación, los pigmentos son los que contienen mayores porcentajes de plomo. Eliminando el plomo de los pigmentos, se lograría mantener el contenido de plomo en las pinturas por debajo del límite global más estricto que es de 90 partes por millón.

Según conversación telefónica con un técnico en la industria de las pinturas en México, se calcula que, de los pigmentos con plomo utilizados en las pinturas en el país, la mitad son óxidos de plomo y la otra mitad son cromatos de plomo. De especial preocupación son los cromatos de plomo, una familia de 3 pigmentos que se utilizan comúnmente como ingredientes en las pinturas (principalmente en pinturas decorativas a base de solventes y en recubrimientos industriales) y también como colorantes de plásticos y otros materiales basados en polímeros sintéticos. En las pinturas, además de dar color amarillo/ rojo e intermedios, también ayudan a proteger las superficies del desgaste y la corrosión.

- El Cromato de plomo (número CAS 7758-97-6)- es un pigmento amarillo cristalino que en algunas ocasiones se usa como ingrediente para las pinturas, pero su uso principal es como ingrediente de los dos otros pigmentos que lo contienen. El cromato de plomo (II) puede producirse mediante el tratamiento del cromato de sodio con sales de plomo como el nitrato de plomo (II) o mediante la combinación de óxido de plomo (II) con ácido crómico.
- El Amarillo Sulfocromato de Plomo (número CAS 1344-37-2) es un pigmento amarillo cristalino comúnmente usado como ingrediente en las pinturas. Sus cristales pueden contener del 61 al 76% de cromato de plomo, del 20 al 38% de sulfato de plomo y posiblemente del 1% al 8% de otras sustancias. En el color index system se le conoce como Pigment Yellow 34 (ECHA, 2009)
- El Rojo de Cromato Molibdato Sulfato de Plomo (número CAS 12656-85-8) es un pigmento cristalino anaranjado o rojo que comúnmente se usa como ingrediente en las pinturas. Es una formulación mixta que contiene del 69% al 80% de cromato de plomo, del 9 al 15% de sulfato de plomo, del 3 al 7 % de molibdato de plomo y posiblemente del 3 al 13% de otras sustancias. En el color index system se le conoce como Pigment Red 104 (ECHA, 2009).

El doble efecto del plomo y del cromo hexavalente -forma en la que se encuentra el cromo en estas formulaciones- los convierte en altamente tóxicos. De acuerdo a la clasificación y etiquetado armonizado de la Unión Europea, los cromatos de plomo pueden causar cáncer, dañar al feto y se sospecha que dañan la fertilidad. Es muy tóxico para la vida acuática con efectos a largo plazo que pueden causar daños a los órganos a través de exposición prolongada o repetida (ECHA, 2024).

De acuerdo a la Agencia Europea de sustancias químicas (2024), los cromatos de plomo son sustancias de muy alta preocupación y requieren de autorización antes de poder ser utilizadas en su territorio, además de que están restringidas para algunos usos.

4.2 Exposición al plomo en la industria de la pintura

Las pinturas con plomo pueden afectar la salud de quienes se exponen de manera directa o indirecta a los polvos, escamas y partículas.

Durante todo el ciclo de vida de la pintura con plomo, existe un riesgo de exposición.

En el ámbito laboral hay una exposición cuando:

- Se fabrican las pinturas. Los trabajadores se ven expuestos si no utilizan las medidas adecuadas y seguras para la manipulación directa o indirecta de las materias primas durante cualquier etapa del proceso productivo, favoreciendo el contacto, inhalación y posible ingesta de partículas de plomo.
- Se aplican las pinturas. Los trabajadores están en riesgo de exposición en su aplicación, aún más si su aplicación se diera por aspersión. La liberación de partículas durante la aplicación por aspersión favorece la eventual ingesta de plomo y contaminación de la ropa y los zapatos del trabajador, además de contaminar el suelo y el aire alrededor.



Figura 3. Juegos infantiles con pintura desgastada. Fuente: elaboración propia.

- Se realizan procesos de soldadura, raspado o lijado de superficies pintadas que pudieran contener plomo. Cuando una superficie cubierta con pintura con plomo se lija o se raspa para realizar procesos de repintado, se generan grandes cantidades de polvo contaminado que, al diseminarse, puede constituir un grave peligro para la salud de los trabajadores. Un trabajador puede, además, transportar el plomo a través de su vestimenta de trabajo directamente hasta su hogar, exponiendo a su familia. Esta forma de contaminarse resulta común en niños con altos niveles de plomo.

La población en general se expone al plomo cuando la pintura comienza a astillarse, descascararse o deteriorarse. Esto provoca que el plomo se libere como polvo y caiga al suelo. Por lo regular, una superficie cubierta con pintura con plomo va presentando desgaste y deterioro conforme pasa el tiempo, ocasionando el desprendimiento de pequeñas escamas y polvos contaminados susceptibles de ser ingeridos, especialmente por los niños.

En algunos casos, los niños recogen pedazos de pintura y se los llevan directamente a la boca. Esto puede ser preocupantemente dañino debido a que el contenido de plomo de los fragmentos de pintura suele ser mucho mayor que el contenido en polvo y tierra. Cuando los juguetes, juegos infantiles, muebles del hogar u otros artículos están pintados con pintura con plomo, los niños pueden ingerir directamente la pintura seca contaminada con plomo al masticarlos. No obstante, la forma más común en que los niños ingieren plomo es a través del polvo y la tierra (contaminados con plomo) que les llega a las manos. El comportamiento de llevar la mano a la boca es especialmente frecuente en niños de seis años o menos, el grupo de edad más susceptible a sufrir daños por la exposición al plomo. Comúnmente los niños de uno a seis años de edad ingieren entre 100 y 400 miligramos de polvo y tierra todos los días (WHO, 2010).

El manejo y la disposición de residuos de pintura con plomo constituye un desafío y un riesgo de exposición si se realiza de manera inadecuada. Dadas las características de los desechos de la pintura con plomo, se le considera como residuo peligroso de conformidad con la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.



5. La industria de los Plásticos

La industria del plástico en México es una de las más relevantes y con diversas oportunidades en el escenario global actual. En términos de valor, la industria del plástico en México representó el 2.78% del total de la producción de la industria manufacturera en el país en 2011 (We Are Water Foundation).

A nivel mundial, la producción de plástico alcanzó los 380 millones de toneladas en 2015, con Asia como la región con la mayor producción, seguida por China y América del Norte. En comparación con otros países, México tiene una participación significativa en la producción de plástico, aunque países como China, Asia en general y América del Norte tienen una mayor participación en la producción mundial de plástico.

La industria del plástico de México ha tenido una tasa constante de crecimiento anual promedio del 5.27% desde el 2018, misma que según datos del International Trade Administration USA, actualmente está valorada en 52 mil

millones de dólares (International Trade Administration USA, 2023). Mismo valor que contrasta con datos de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC) misma que publicó que la producción de plásticos en México cerró el año 2022 con un valor de más de 400 mil millones de dólares y que el crecimiento esperado para 2023 sería de entre 5.0 a 6.0%.

De acuerdo con información de la ANIPAC, México ocupa el puesto 12 en el ranking mundial basado en el consumo de plásticos y el 47% de su industria plástica se dedica a la producción de plásticos de un solo uso, por un valor de \$30 mil millones de dólares (Sánchez, 2019). Dentro de la producción total de plásticos, el país presenta un déficit del 54% para satisfacer la demanda interna, misma que representa un consumo de 5.9 millones de toneladas anuales, de las cuales sólo se producen 3.8 millones. Los cinco plásticos de mayor importancia en el país son: Polietileno, Polipropileno, PVC, PET y Poliestireno. El déficit para cubrir la demanda nacional se focaliza en la producción de polipropileno y polietileno. Sin embargo, la producción de PVC en México es suficiente para abastecer el mercado nacional con un consumo anual de poco más de 600 mil toneladas (Forbes, 2021). También en la producción de poliestireno y PET, el país es superavitario (Ambiente Plástico, 2022).

Estas cifras demuestran la importancia que tiene la industria nacional en el abastecimiento de PVC, POLIESTIRENO Y PET para el consumo interno, pero también refieren a una cantidad relevante de importaciones.

5.1 ¿Dónde está el plomo en los plásticos?

De acuerdo al informe publicado por el Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas, Chemicals in Plastics - A Technical Report (2023), el plomo tiene las siguientes aplicaciones en los plásticos:

Categoría de aditivo	Grupo aditivo específico	Ejemplo de aplicación	Porcentaje típico de contenido
Aditivos funcionales	Estabilizantes a la luz	PE, PP y PVC	0.1-10
	Estabilizantes al calor	PVC	0.1-3
Colorantes	Pigmentos	PVC, PE, PP Y otros plásticos no identificados.	0.01-5

Tabla 4. Aplicaciones de plomo en plásticos. Fuente: elaboración propia con datos de Chemicals in Plastic.

Se añaden estabilizantes al PVC para permitir su procesamiento y mejorar su resistencia, especialmente en aplicaciones al aire libre, a la intemperie y al envejecimiento por calor y tienen una influencia importante en las propiedades físicas de los artículos terminados. Los compuestos de plomo utilizados en el PVC incluyen carbonato de plomo básico, estearato de plomo, estearato de plomo básico, estearato de plomo tribásico, estearato de plomo básico (dibásico) y ftalato de plomo básico (Omolaoye et al., 2010).

Respecto al uso de pigmentos, el rojo de cromato molibdato sulfato de plomo puede ser aplicado a todos los tipos de plástico en los que se requiera el uso de pigmentos rojos (Hansen et al. 2014). El porcentaje típico para el uso de colorantes con metales pesados en los plásticos está en el rango de entre el .01 y el 10% (Hansen et al. 2013).

En los juguetes infantiles de plástico blando, el plomo puede provenir de los estabilizantes y también de los pigmentos o pinturas utilizados para darles color.

Respecto al contenido de plomo identificado en los plásticos de un solo uso en México, un estudio realizado por la UNAM y el Instituto Politécnico Nacional en el año 2020, recolectó aleatoriamente 33 muestras de plásticos biodegradables de un solo uso y de alto consumo en la Ciudad de México. Estas muestras estaban compuestas en un 85% de polietileno de alta densidad y un 15% de polietileno de baja densidad. En estas muestras se identificaron 25 metales, la mayoría de las muestras excedían las normas internacionales en su contenido (94/62/EC; EN 13432; 2016/1416; ASTM D6400-04) para Cu, Cr, Mo, Zn, Fe y P. (V.C. Shruti et. al., 2020).

El plomo contenido en juguetes de plástico es de especial preocupación por el constante contacto con los niños (COFEPRIS, 2023). En un artículo publicado en el 2019, llamado *“Las pinturas a base de plomo y los juguetes de PVC para niños son fuentes potenciales de envenenamiento por plomo doméstico. Una revisión”* menciona que

Los materiales de cloruro de polivinilo (PVC) son el material más utilizado en la fabricación de juguetes infantiles de plástico blando. Se incorporan compuestos de plomo al material de cloruro de polivinilo para mejorar su estabilidad, suavidad, brillo y flexibilidad, lo que hace que los juguetes sean más atractivos para los niños. (Njati y Maguta, 2019, p. 1093)

Además, resume los resultados de estudios que demuestran su presencia:

País	Referencia	Concentraciones más altas de plomo detectadas (ppm)
Malasia	Ismail et al. (2006)	169.93
China	Cui et al. (2015)	860
Nigeria	Omolaoye et al. (2010)	1,445
Ghana	Livingstone et al. (2014)	56
India	Kumar and Pastore (2007)	2,104
Sudáfrica	Mathee et al. (2007)	145
Tailandia	Decharat et al. (2013)	4,486.11
Estados Unidos	Greenway and Gerstenberger (2010)	8,081
Palestina	Al-Qutob et al. (2014)	6,036
Estados Unidos	di Gangi (1997)	22,55

Tabla 5. Resumen de concentraciones de plomo detectadas en juguetes para niños de diferentes países en comparación con los límites permitidos por ISO (90 ppm). Fuente: S.Y. Njati y M.M. Maguta, 2019, p.1101.

No fueron localizados estudios sobre el contenido de plomo en los juguetes en México. Sin embargo, en su comunicado de prensa No. 02/2023, la COFEPRIS anunció que el Laboratorio Nacional de Referencia realiza pruebas para detectar el metal pesado en este tipo de artículos, pero no hay información pública respecto al contenido de plomo detectado. Es necesario realizar más estudios al respecto en el país.

5.2 Exposición al plomo contenido en los plásticos

La exposición ocupacional al plomo puede ocurrir cuando los trabajadores manipulan y aplican los estabilizantes o los pigmentos con plomo durante la fabricación de los productos plásticos sin las correctas medidas de seguridad.

Las partículas de plomo generadas al quemar materiales plásticos con plomo, como por ejemplo los cables, entre otros, pueden generar exposición ocupacional al plomo a través de la ingesta o inhalación involuntaria (WHO, 2023).

Las sales de plomo en el PVC se utilizan para estabilizar los polímeros y evitar la degradación por el calor, la luz solar y el desgaste. Aunque varios estudios demuestran que pueden ocurrir exposiciones peligrosas al plomo con

el uso normal de productos de PVC después de un uso prolongado o exposición a la luz solar, la evaluación inicial realizada por la CPSC encontró que, aunque poco, presenta riesgos para los niños (CPSC 1997). Una investigación sobre mini persianas de vinilo encontró que contaminan el polvo doméstico y contribuyen significativamente a la toxicidad del plomo en los niños (Norman et al. 1997; West et al. 1998).

El plomo puede liberarse al medio ambiente si al PVC al que se le han añadido pigmentos y estabilizadores de plomo se va gradualmente descomponiendo debido al desgaste generado por la exposición prolongada a la luz ultravioleta. Calentar o quemar PVC para doblarlo o darle forma puede ser peligroso (Environment Protection Authority, 2003).

De acuerdo a Gati (2014) el PVC tiene un problema especial de autodigestión:

Los radicales libres de cloro de la superficie del PVC reaccionan con los radicales de hidrógeno formando ácido clorhídrico (HCl); el HCl se auto digiere y debilita completamente la superficie del PVC y, finalmente, se produce una lixiviación de plomo a la superficie del PVC que, cuando se ingiere o inhala, queda disponible en el torrente sanguíneo. (p.62)

El agua puede contaminarse con plomo cuando los materiales de plomería que contienen plomo, como tuberías, soldaduras o accesorios de latón, se corroen. En los países de ingresos bajos y medianos, estos pueden incluir materiales que contienen plomo utilizados en sistemas de agua comunitarios, como pozos con bombas manuales y grifos públicos. También se ha descubierto que las tuberías de PVC son fuentes de contaminación por plomo. Generalmente, los productores de tuberías los prefieren debido a su material duradero y su bajo costo. Los compuestos de plomo de los estabilizadores de plomo podrían liberarse en el agua potable. Se ha descubierto que las tuberías de PVC liberan más plomo que las tuberías fabricadas con otros materiales (LEEP, 2002).

Se ha encontrado que el plomo contenido en el PVC añadido como estabilizador, se lixivian fácilmente durante el uso, llegando a contaminar el agua potable que pasa por las tuberías de este material. Respecto a la gestión de residuos de PVC conteniendo plomo, se sabe que cuando éstos se entierran en rellenos sanitarios, el plomo puede lixiviar contaminando las aguas subterráneas.

Un tema preocupante respecto al reciclaje de los plásticos que contienen plomo, es su contaminación prolongada en los nuevos productos. Si bien el PVC tiene pocas posibilidades de ser reciclado, otros plásticos tienen una perspectiva de reciclaje en franco crecimiento.

Debido a sus graves impactos en la salud, los compuestos de metales pesados en los plásticos se consideran un tema de preocupación para las autoridades. El uso de los cuatro metales más peligrosos (cadmio, cromo hexavalente, plomo y mercurio) en envases de plástico ha sido regulado desde el año 1994 por la Directiva 94/62/CE de la Comisión Europea (CE) sobre envases y residuos de envases (Comisión Europea 1994). En el año 2000, la Asociación Europea de Productores de Estabilizantes (ESPA) se comprometió a sustituir los estabilizantes de PVC a base de plomo para finales del 2015 en toda la UE (ESPA, 2000).

6. La industria de la alfarería

La alfarería en México tiene una historia arraigada, representa una actividad esencial en la cultura mexicana y en los ingresos de muchas familias. Esta industria fabrica una amplia gama de productos, que van desde vajillas y utensilios de cocina hasta objetos decorativos y artísticos con diversas técnicas de fabricación.

La alfarería tradicional en México se desarrolla principalmente en zonas rurales en pequeños y numerosos talleres. Una gran cantidad de ellos ubicados en las propias casas de los alfareros. Es común el uso de herramientas rudimentarias y hornos artesanales construidos con ladrillos, barro y otros materiales locales, mismos que no alcanzan las altas temperaturas de los hornos industriales, lo que limita el tipo de cerámica que se puede producir y los tipos de esmaltes que se pueden utilizar para lograr el vidriado. Algunos alfareros han adquirido hornos que alcanzan una mayor temperatura, como los hornos de gas, otros alfareros han realizado modificaciones a sus hornos de leña para aumentar su temperatura, muchos de ellos forman parte del programa Barro Aprobado. Sin embargo, los hornos de leña tradicional continúan siendo ampliamente utilizados.

Es difícil proporcionar cifras exactas sobre el tamaño de la industria de la alfarería en México, sin embargo, como se menciona en la contextualización de este documento, los datos del portal DATA México de la Secretaría de Economía¹⁵ indican que la fuerza laboral de alfareros y trabajadores ceramistas durante el cuarto trimestre de 2023 fue de 73,200 personas. Distribuidas en 56.7% hombres y 43.3% mujeres.

De acuerdo con datos proporcionados por FONART, 20 estados del país producen alfarería vidriada (Comunicación personal, octubre 2022).

6.1 Los esmaltes en la alfarería

Arcilla + vidrio + fundente es la formulación básica para el esmalte en la alfarería. Los compuestos más comunes que se utilizan como arcilla es la alúmina; como vidrio es la arena sílice, celite, tierras diatomeas o vidrio molido; y como fundente el litargirio, bórax o feldespato, por mencionar algunos ejemplos. En la alfarería de baja

¹⁵ [https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/alfareros-y-trabajadores-ceramistas#:~:text=Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20ocupada%20y%20salarios&text=En%20el%20cuarto%20trimestre%20de%202023%20\(58.9k\)](https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/occupation/alfareros-y-trabajadores-ceramistas#:~:text=Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20poblaci%C3%B3n%20ocupada%20y%20salarios&text=En%20el%20cuarto%20trimestre%20de%202023%20(58.9k))

temperatura se pueden usar básicamente dos tipos de esmalte: la greta de óxido de plomo y la frita (hay fritas con y sin plomo).

6.2 Uso de la greta en la industria de la alfarería de baja temperatura

El óxido de plomo es el insumo que se utiliza en la industria alfarera en México para hacer la greta. El óxido de plomo puede fabricarse en dos grados de oxidación: el minio de color rojo ($(Pb^{2+})_2Pb^{4+}O_4$) y el litargirio de color amarillo (PbO). Para esmaltar sus piezas, el alfarero artesanal utiliza litargirio combinado con tizate (también llamado celite o tierras diatomeas) mismo que contiene sílices y arcillas. A esta combinación se le llama greta. El alfarero hornea sus piezas en una primera cocción sin esmalte, el producto de esta primera cocción se le conoce como jahuate, barro cocido o sancocho. Para introducirla por segunda vez al horno y lograr el acabado del vidriado le agrega la greta con agua. También puede usar pigmentos a base de óxido de plomo para dar color a las piezas.

El plomo es utilizado porque tiene propiedades que lo hacen muy útil en la elaboración de piezas de alfarería. El PbO actúa como agente fundente, disminuyendo la temperatura inicial del proceso de fusión durante la cocción. La arena sílice (SiO_2) tiene un alto punto de fusión (entre 1,700 y 1,400 grados). El PbO disminuye el punto de fusión del SiO_2 de ~ 1670 °C a ~ 500 °C. Dado que la disponibilidad de electricidad es costosa e impredecible en algunas áreas, y los alfareros generalmente no podrían permitirse un horno eléctrico incluso si fuera factible, los hornos de leña son comunes. Estos hornos no pueden alcanzar las temperaturas necesarias para fusionar los esmaltes sin la adición de un agente fundente de baja temperatura (Tunstall y Amarasiriwardena, 2002).



Figura 5. Sacos de litargirio (izquierda) y sacos de celite (derecha) en la tienda Weico en Tonalá, Jalisco. Fuente: elaboración propia.

Además de la fabricación de fritas y esmaltes, el óxido de plomo tiene múltiples aplicaciones. Se utiliza para la fabricación de baterías de plomo que es su uso más amplio, como catalizador, separador de metales, estabilizador y reactivo alcalino en la industria minera, como estabilizador en la industria plástica, en la fabricación de vidrios y espejos, como pigmento o como insumo en pruebas de laboratorio. De acuerdo a los requerimientos de pureza de su aplicación, se puede utilizar en grado técnico o en grado químico. Dada su amplia disponibilidad para diferentes mercados, su adquisición puede ser relativamente fácil, dependiendo de las unidades de compra mínima y volumen de empaque, para ser llevado hasta los lugares donde el alfarero trabaja o en puntos de distribución accesibles.

Por información declarada por un ex distribuidor de óxido de plomo para alfarería en julio del 2021 en conversación particular, FONART dio a conocer las siguientes cifras de consumo de óxido de plomo por estado: Michoacán con una cantidad mensual de 54,600 kilos, el Estado de México con 21,900 kilos, Puebla con 12,200 kilos, Oaxaca con 7,400 kilos, Tlaxcala con 5,600 kilos, e Hidalgo con 4,600 kilos. Se desconoce el consumo de otros estados.

6.3 Uso de fritas para el vidriado de productos de alfarería

El proceso de fritado consiste en llevar sustancias solubles (como pudiera ser el óxido de plomo) junto con la sílice y otras sustancias, al punto de fusión a alta temperatura dentro de un horno especial, de modo que formen silicatos. El resultado de este proceso de fusión, se derrama en agua fría con lo que sufre un choque termal violento que provoca la ruptura del material, mismo que se le llama frita.

El bisilicato de plomo es una frita de plomo y sílice en la que el plomo aparentemente queda insoluble, parte queda atrapado en el sílice y parte se sublima durante la cocción. Entre los silicatos de plomo, el mono silicato de plomo (1 mol de óxido de plomo y un mol de silicato) y el bisilicato de plomo (1 mol de óxido de plomo y un mol y medio de silicato) son utilizados como sustitutos del carbonato de plomo, minio y litargirio por considerarse menos tóxicos. Las fritas con plomo no parecen ser utilizadas con frecuencia por los alfareros tradicionales aun siendo baja su temperatura de reblandecimiento.

Las fritas de plomo (silicato o bisilicato de plomo), si bien parecieran ser una opción más segura para el alfarero o consumidor final, siguen siendo un foco de exposición para las personas que están involucradas en su fabricación o manipulación, sin embargo, su venta es común en el mercado internacional.

6.4 El uso de plomo en la talavera

La NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-132-SCFI-1998, Talavera-Especificaciones, al ser una norma que pretende conservar la fabricación de la talavera basada en una tradición colonial, determina que en su composición debe de tener plomo. Especifica que el porcentaje de plomo en su esmalte base antes de ser sometido al proceso de horneado no debe ser mayor a 27,5% en peso.

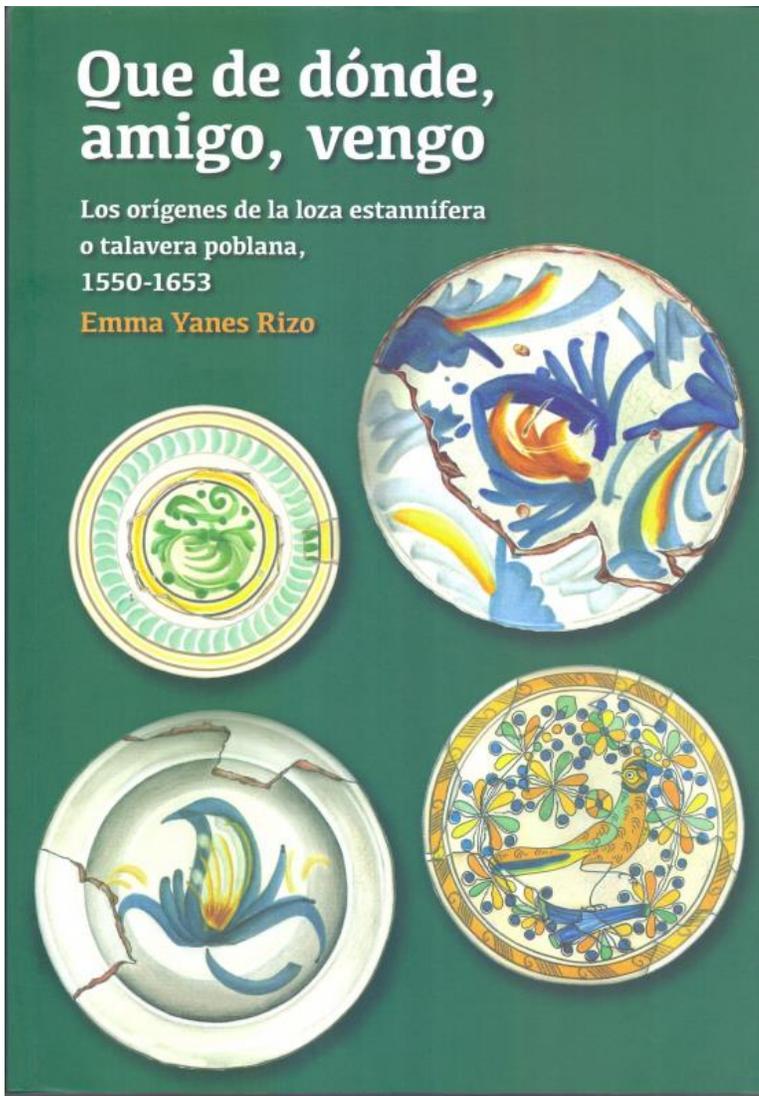


Figura 6. Portada del libro *Que de dónde, amigo, vengo*. Fuente: Difusión INAH

En sus piezas terminadas destinadas a contener alimentos o bebidas y para uso recreativo o decorativo, y de cualquier forma y tamaño, la talavera deberá cumplir con la *NORMA Oficial Mexicana NOM-231-SSA1-2016, Artículos de alfarería vidriada, cerámica vidriada, porcelana y artículos de vidrio-Límites máximos permisibles de plomo y cadmio solubles-Método de Ensayo*. Misma que regula la solubilidad del plomo, pero no su plomo total. Los límites máximos permisibles de plomo soluble se determinan por la forma de la pieza. En piezas planas y en piezas huecas pequeñas es de 2.00 mg/L en piezas huecas grandes es de 1.00 mg/L en piezas huecas para almacenar, tazas y tarros y piezas para procesar alimentos y/o bebidas su límite es de .50 mg/L de plomo soluble. El esmalte base que se emplea para la elaboración de la talavera, debe contener una cantidad de materia insoluble mayor o igual a 57,25% y menor o igual a 73,55%.

El libro *Que de dónde, amigo, vengo* (2018), de la doctora Emma Yanes Rizo, hace una descripción de los orígenes de la loza estannífera o talavera poblana, describe que el auténtico maestro alfarero adquiere los lingotes de plomo y estaño metálico y los funde en un horno llamado padilla, ahí se oxida el plomo junto con el estaño alrededor de los 500 a los 600 °C hasta obtener un compuesto que se le llama estanato de plomo. Hecho esto, se le agrega el sílice y/o arenilla con la cual se integra y esto es generalmente el esmalte o vidriado de la talavera. Al integrar el sílice y fundirlo en la pieza de barro se le llama Vidriado de Plomo Estaño.

Dado el proceso antes descrito, la exposición al plomo durante la fabricación de talavera tradicional es evidente, por lo que requiere especial atención. Si bien, el consumo de talavera tradicional es menor que el de la alfarería

vidriada, entre otras razones, por su alto precio y por el tipo de piezas que produce, en su mayoría decorativas, no exime del riesgo ocupacional que genera en su producción.

6.5 Exposición al plomo en la industria de la alfarería

En el ámbito ocupacional la exposición al plomo ocurre cuando el alfarero manipula y aplica la greta y los pigmentos con plomo durante los procesos de esmaltado, afectando también al resto de los trabajadores, familiares y niños que se encuentren *in situ*, favoreciendo la ingesta y la aspiración involuntaria. Un estudio que comparó los niveles de plomo en sangre de quienes trabajan en las industrias alfareras tradicionales en Tlaxcala encontró que el nivel medio entre 26 alfareros era de 32.2 $\mu\text{g}/\text{dl}$ o aproximadamente 6 veces más alto que los controles de otra comunidad. (Ortiz-Ortiz et al., 2017). Otro estudio encontró un nivel medio de plomo en sangre de 48.24 $\mu\text{g}/\text{dl}$ entre 217 alfareros. Estos trabajadores tenían 3.4 veces más probabilidades de tener niveles superiores a 40 en comparación con otros adultos de la comunidad que no trabajaban en talleres de cerámica (Hernández et al., 2003). El estudio publicado más recientemente encontró un nivel medio de plomo en sangre de 13.6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (rango de 3.2 a 65.0 $\mu\text{g}/\text{dl}$) entre 46 alfareros mexicanos (Peralta et al., 2002).

Los hornos artesanales y los combustibles que utilizan los alfareros, representan un riesgo adicional para la salud. A nivel mundial, el uso de madera y otros combustibles sólidos utilizados en estufas para cocinar en el hogar ha estado implicado en 3,5 millones de muertes por año debido a los impactos de la contaminación del aire en los hogares (Lim et al. 2012). Estas exposiciones son un factor de riesgo significativo y una causa importante de accidentes cerebrovasculares, enfermedades cardiovasculares y pulmonares crónicas (Rosenthal, 2015).



Figura 7. Horno de leña y ladrillo. Fuente: elaboración propia.

En México, los hornos de leña que dominan la producción de cerámica funcionan con baja eficiencia, emiten importantes emisiones de partículas y gases, son perjudiciales para la salud humana y contribuyen sustancialmente a las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas emisiones incluyen productos de combustión incompleta, incluidos hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas, incluido el carbono negro y las partículas finas (PM 2,5).

El uso de estos hornos para producir cerámica vidriada con plomo también contribuye de manera importante a las emisiones de plomo en el aire. Un estudio encontró que las concentraciones de plomo en el aire para los trabajadores que vidriaban y cocían cerámica en un pueblo mexicano eran de hasta $454 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una exposición media de $74,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o aproximadamente 1,5 veces el límite de exposición permisible (PEL) de EE. UU. (Hibbert, 1999). El mismo estudio encontró niveles extensos de contaminación por plomo en el polvo en las superficies que oscilan hasta $33,060 \mu\text{g}/\text{pie}^2$ en estos hogares. El plomo transportado por el aire procedente de estos hornos se deposita en el suelo y el polvo del área inmediata y contribuye a la contaminación ambiental. Como resultado, los niños y adultos que viven en estas comunidades están experimentando una mayor exposición al plomo.



Figura 8. Horno de leña.

Fuente: elaboración propia.

La población no ocupacionalmente expuesta al plomo en los procesos de fabricación de alfarería, en general se ve expuesta cuando ingiere alimentos y bebidas que fueron preparados, servidos y/o almacenados en recipientes de alfarería que contienen plomo. Esto ocurre porque las bajas temperaturas de los hornos y las técnicas rudimentarias de vidriado ocasionan que el plomo no quede fijo al esmalte, lo que lo hace muy lixiviable o soluble. De modo que cuando el esmalte entra en contacto con agua o alimentos (sobre todo ácidos) el plomo se libera del esmalte y se deposita en ellos, contaminándolos (Secretaría de Salud, 2018).

6.6 Resultados del levantamiento de información y de la toma de muestras de pigmentos y esmaltes cerámicos en talleres de alfarería en México

Para el trabajo de campo, se diseñó una ruta que permitiera visitar a una muestra diversa de talleres de alfarería de baja y alta temperatura en México con el propósito de conocer las condiciones en las que estructuran el trabajo en los talleres, su ubicación, la relación entre la vida laboral y familiar, y particularmente, el uso de materiales y sus fuentes de abastecimiento. Se visitaron 48 talleres ubicados en su mayoría en zonas habitacionales; distribuidos entre comunidades rurales, semiurbanas y urbanas escogidos a partir de una búsqueda de investigaciones científicas, fuentes hemerográficas e información web que permitieran identificar las zonas alfareras más importantes o representativas del país. A la par de esta búsqueda se visitaron sitios de venta de alfarería en Tonalá, Jalisco para identificar la procedencia de los productos que se comercializan en esta zona¹⁶.



Figura 9. Jarra Verde, Atzompa, Oaxaca.
Fuente: elaboración propia

Se identificó a Michoacán como el estado de producción y comercialización de alfarería más grande del país, sin embargo, por cuestiones de inseguridad, se determinó omitir de la ruta. Los talleres visitados se localizan en

¹⁶ El marco metodológico del informe puede consultarse en el anexo 2.

Atzompa en el estado de Oaxaca, San Felipe, Dolores Hidalgo y Santa Teresa en Guanajuato; Tlaulinolpan, Chapantongo y Huasca de Ocampo en Hidalgo; la ciudad de Puebla, Cohuecan y Acteopan en el estado Puebla; Ixtapan de la Sal y Metepec en Estado de México y Tonalá, Guadalajara y Zapopan en Jalisco. En estas visitas se realizaron entrevistas semiestructuradas con los alfareros y se recolectaron muestras de esmaltes cerámicos y pigmentos.

Dentro del marco del trabajo de campo, se visitaron tres tiendas de esmaltes cerámicos en Jalisco. En Tlaquepaque se visitó una sucursal de Ferro Mexicana de donde se obtuvieron 3 muestras de esmaltes. En Tonalá se visitó una sucursal de Calidad Artesanal Tonalteca, donde se obtuvieron 3 muestras de esmaltes y 3 muestras de pigmentos. Además, se visitó la sucursal de Weico de Grupo Kalidad para confirmar la información respecto a los productos que comercializan encontrada en su sitio web.

El trabajo de campo inició en la localidad de Atzompa, zona de alta producción de alfarería verde, muy característica y tradicional de ese lugar, en la que se probó un formato de cuestionario guía mismo que fue perfeccionándose para las posteriores visitas al ir incluyendo elementos que no habían sido contemplados inicialmente.

Atzompa es una comunidad pequeña y semi urbana con calles sin pavimentar ubicada en la zona conurbada de la ciudad de Oaxaca. El comercio de la alfarería local se concentra en su mercado de artesanías. En total se visitaron nueve talleres en esta localidad.



Figura 10. Horno de leña, Atzompa, Oaxaca.
Fuente: elaboración propia

Los talleres visitados tienen similitudes en sus construcciones, con techos de lámina, utensilios improvisados y algunos de ellos con espacios de trabajo reducidos. La mayoría de los talleres se ubican en los mismos hogares de los artesanos. Se pudo observar a mujeres trabajando en actividades de esmaltado y preparación del horno de leña. Se visitó un taller en el que trabajaban en su mayoría mujeres realizando otras múltiples labores.

Casi la totalidad de los hornos de los talleres que se visitaron en Atzompa eran hechos por ellos mismos, la gran mayoría eran de combustión de leña, estaban ubicados en los patios de las casas/talleres al aire libre. En uno de los talleres se identificó un horno de gas, pero adicionalmente también contaban con un horno de leña. En ninguna de las visitas se identificaron medidas de protección para minimizar la exposición a contaminación, como guantes, ropa especial o cubrebocas, además, ninguno contaba con ventilación adecuada.

Dentro de los talleres, las materias primas (povos) se observaron concentradas en un solo lugar en bolsas que no contaban con ninguna etiqueta impresa, lista de ingredientes o algún distintivo "oficial", la mayoría tenían marcas hechas por ellos mismos para identificarlos.

Los alfareros visitados refirieron adquirir sus esmaltes y pigmentos a través de un revendedor que surte en el mercado de artesanías de Atzompa. Sin embargo, en la misma localidad se identificaron 3 casas particulares (no tiendas) que también vendían insumos. 8 de los alfareros mencionaron utilizar litargirio en sus procesos, y solo 1 refirió producir productos libres de plomo. Este último refirió no comprar sus materiales en la localidad, sino que tiene que adquirirlos en otros lugares, como la Ciudad de México o el Estado de México.



Figura 11. Horno de leña, Atzompa, Oaxaca.

Las conversaciones con alfareros y alfareras locales permitieron visualizar que todavía hay falta de información respecto a la contaminación con plomo, si bien, algunos de ellos mencionaron que conocían los riesgos del plomo gracias a las capacitaciones de FONART y nueve de ellos ya habían realizado la transición para utilizar productos libres de plomo. También mencionaron que durante muchos años utilizaron los materiales sin conocer los efectos adversos que el plomo les ocasiona tanto a ellos como a sus familias.

Durante la prueba piloto en Atzompa y las visitas subsiguientes, se identificaron talleres que no estaban a la vista ni identificados en internet. Los alfareros explicaron que esto se debe a preocupaciones de seguridad, ya que el narcotráfico en la zona exige un pago por trabajar en el área, conocido como "derecho de piso". Por lo tanto, consideran que mantener un perfil bajo es una medida de seguridad necesaria.

La ruta de trabajo de campo se realizó en los siguientes estados:

Guanajuato

En el estado de Guanajuato se visitaron 3 localidades: San Felipe, Dolores Hidalgo y Santa Teresa.

San Felipe es una localidad ubicada al norte del estado de Guanajuato, conocida por su venta de productos de alfarería de bajo costo. Se visitaron 6 talleres de alfarería de baja temperatura, de los cuales, solo dos mencionaron que utilizan greta en sus piezas, el resto no dio información al respecto.

Los alfareros producen piezas como ollas, tazas, macetas y demás utilería. Sus compradores principales suelen ser restaurantes o personas que comercializan los productos como reventa. Los talleres cuentan con hornos ubicados al exterior, en los patios. En uno de los talleres se encontró lo que el alfarero señaló como un "horno ecológico", supuestamente diseñado para reducir las emisiones mediante una chimenea alta. Sin embargo, el efecto de una chimenea alta solo es el de dispersar aún más los contaminantes.



Figura 12. Horno "ecológico", Guanajuato.
Fuente: elaboración propia

Este horno fue parte de un proyecto de investigación de un equipo extranjero que colaboró con el taller con la buena intención de mejorar la calidad del aire de la zona. En otros talleres, se encontraron una variedad de hornos de leña, desde algunos que alcanzaban temperaturas de hasta 1,200°C hasta otros que mantenían temperaturas más moderadas, entre 770 y 950°C.

Es importante mencionar que uno de los alfareros mencionó que no piensa dejar de utilizar la greta por el costo que implica hacer la transición a esmaltes libres de plomo. Si bien, reconoce que los óxidos y pigmentos libres de plomo son más económicos, el proceso de cambio y adquisición de nuevos materiales representa un costo que no puede cubrir. No se requiere forzosamente un horno de gas para transicionar a una producción libre de plomo, pero si se requiere hacer una descontaminación de las instalaciones y un horno de leña mejorado que permita elevar la temperatura sobre los 1,000 °C.



Figura 13. Horno de leña *mejorado* hecho por el programa Barro Aprobado mayormente financiado por la empresa Clarios a través de su fundación Pure Earth (Pure Earth México, 2020). Fuente: elaboración propia.

Respecto a los insumos para la producción de piezas, uno de los alfareros mencionó utilizar distintos tipos de óxidos, como cobalto, hierro y cobre mezclados con fritas. Dos de ellos mencionaron que realizan mezclas con greta y varios tipos de arcillas.

Cinco alfareros mencionaron que compran sus insumos en Materiales Cerámicos Salazar, en Dolores Hidalgo. Además, mencionaron que pueden adquirir sus productos con un vendedor particular dentro de la comunidad. Los empaques de sus insumos, tanto en la tienda de esmaltes cerámicos como con los vendedores particulares, no contaban con etiqueta o distintivo, solo eran bolsas plásticas con el contenido.

Durante la visita en uno de los talleres, un alfarero acababa de comprar sus insumos en Materiales Cerámicos Salazar, por lo que se le solicitó una pequeña muestra para procesarla en el laboratorio.



Figura 14. Materiales Cerámicos Salazar, Dolores Hidalgo, Guanajuato. Fuente: *Google Street Maps*

Como se puede observar en la figura anterior, Materiales Cerámicos Salazar ofrece a la venta tanto esmaltes cerámicos libres de plomo (entre otras marcas FERRO Y PROCERAMA), como gretas de óxido de plomo. Se identificaron costales de la marca Azinsa, empresa que comercializa óxidos de plomo de PENOX.

En esta localidad también mencionaron que la alfarería ya no era tan rentable como antes, que ya no ganan suficiente dinero dedicándose sólo a esta industria. Esto representa en muchos casos una alerta ante la posible pérdida de las técnicas tradicionales de la alfarería. Ante ello, se les cuestionó a los artesanos si enseñan a las nuevas generaciones sobre el trabajo de la alfarería, algunos comentaron que sí estaban enseñando a sus hijos o sobrinos. Otros mencionaron que no, que son las últimas generaciones de alfareros de su familia ya que sus hijas e hijos no quisieron continuar con la tradición familiar.

La ciudad de Dolores Hidalgo es un centro productor de alfarería desde la época colonial, se caracteriza por productos de cerámica vidriada, tipo talavera. En este lugar se visitaron 3 talleres, dos de ellos comentaron que tienen 26 y 50 años respectivamente operando como talleres de alfarería.

Sus productos principales son ollas, tazas, macetas y demás utilería. Uno de ellos mencionó que sus clientes son revendedores del Estado de México, Michoacán y Oaxaca.

En uno de los talleres, se pudo observar en sus productos terminados colores blancos, amarillos, naranja, azul, verde, negro, café, rojo, entre otros. Al cuestionarlos sobre sus pigmentos y esmaltes, sólo contestaron que los compraban en la tienda de Esmaltes Cerámicos Salazar. En otro taller mencionaron que adquieren sus insumos en tiendas de Monterrey y Guadalajara, sin mencionar el nombre de la empresa distribuidora.

En uno de los talleres visitados, un alfarero comentó que está en proceso de capacitación para las nuevas generaciones de su familia, lo que representa el valor y tradición de la profesión.

En la localidad de Santa Teresa se visitaron dos talleres de alfarería, uno de ellos mencionó que la producción era libre de plomo, mientras que el otro no aportó información al respecto.

Hidalgo

En el estado de Hidalgo se visitaron 3 localidades, Tlailinolpan, Chapantongo y Huasca de Ocampo.

Tlailinolpan es una pequeña localidad rural que cuenta con varios talleres de alfarería distribuidos en todo el territorio junto con otro tipo de comercios pequeños. En este lugar se visitaron 3 talleres.



Figura 15. Taller en Huasca de Ocampo, Hidalgo.
Fuente: elaboración propia

Los alfareros entrevistados omitieron dar información respecto a los productos que utilizan para hacer sus piezas, pero mencionaron que tienen que trasladarse a la comunidad de Zimapantongo para adquirirlos.

Dos alfareros mencionaron que además de ser productores, también revenden productos de otros talleres de su localidad y de estados como Michoacán y el Estado de México.

En el municipio de Chapantongo se visitaron 3 talleres. Dos de ellos proporcionaron poca información y no contestaron si trabajaban productos libres de plomo.

El tercer taller forma parte del programa Barro Aprobado, tienen 14 años produciendo piezas libres de plomo. El proceso de transición fue impulsado gracias a las capacitaciones que se les brindaron respecto a los daños en la salud que trae consigo la producción de alfarería con plomo. Comentaron que los costos de la producción no representan un aumento significativo, sin embargo, el proceso de hacer la transición sí lo es, ya que tuvieron que sustituir su horno por uno de gas. Los esmaltes y pigmentos los adquieren en la tienda de Cerámicos San José, en polvo y en bolsitas sin etiqueta.

Huasca de Ocampo es una ciudad turística, catalogada como el primer *pueblo mágico* de México, es característica por su alfarería y sus tiendas de productos cerámicos. En este municipio se visitaron 4 talleres de alfarería, todos se identificaron a sí mismos con producción libre de plomo.

Uno de los talleres visitados tiene 100 años operando, 15 de ellos produciendo alfarería libre de plomo y se encuentra dentro del programa Barro Aprobado. El proceso de transición se dio porque el pueblo obtuvo la denominación turística de "pueblo mágico", lo que determinó que se cumplieran ciertas especificaciones para el comercio de piezas cerámicas, entre ellos, fabricar productos libres de plomo para el turismo.

Los alfareros entrevistados comentaron que utilizan esmaltes de Cerámicos San José, algunos los adquieren directamente en tienda y otros a través de un vecino que vende los productos en su domicilio particular. Uno de ellos comentó que prefiere utilizar el esmalte ECOT 327 (Cerámicos San José) porque es aceptado por FONART.

Puebla

En el estado de Puebla se visitaron 3 localidades, Puebla, Cohuecan y Acteopan.

La ciudad de Puebla es característica por la producción y venta de artículos de Talavera. Aquí se visitaron 3 talleres, 1 de alfarería y 2 de talavera.

Los talleres de talavera producen productos decorativos, utilería e insumos para diseño arquitectónico. Ambos son talleres grandes, cuentan con procesos de fabricación más tecnificados y a gran escala. El primero de ellos tiene entre 30 y 40 personas trabajando en producción.

En el primer taller de talavera mencionaron que sus principales ventas son al turismo local y al abastecimiento a distintos puntos turísticos en el resto del país. Respecto a los insumos para sus piezas, comentaron que utilizan óxido de estaño, plomo, arenillas y sílice, entre otros. Los adquieren en Cerámicos HR, Ceramicolor y con un proveedor en Dolores Hidalgo, pero no especificaron el nombre. En el segundo taller de Talavera, mencionaron que compran sus insumos en Estados Unidos, utilizan hornos de gas de alta temperatura y cuentan con una producción a gran escala.



Figura 16. Progreso del barro en la producción de Talavera, Puebla. Fuente: elaboración propia.

El taller de alfarería visitado dijo sí producir piezas con plomo y que cuentan con un horno de leña de baja temperatura. También mencionaron que adquieren sus productos cerámicos y pigmentos en Dolores Hidalgo, pero no aportaron información del distribuidor.

La localidad de Cohuecan está ubicada en el estado de Puebla, casi al límite con el estado de Morelos, es representativa por su producción de alfarería. En este lugar se visitaron dos talleres.

El primer taller ha estado en operación durante 20 años y ha estado trabajando con insumos libres de plomo durante los últimos 2 años. La transición ha sido gradual y ha sido acompañada por el programa Barro Aprobado del que han recibido capacitaciones. Agregaron que cambiaron al horno que utilizaban para ahora esmaltar entre 980 a 1000 °C de temperatura, gracias al apoyo del programa, quien les construyó el nuevo horno de leña mejorado y les capacitó para utilizarlo. Las razones para transformar sus productos a libres de plomo fueron la necesidad de aumentar su producción sin comprometer la salud. Los alfareros comentaron que, si bien llevan dos años trabajando con piezas libres de plomo, cuentan con otro horno de leña para trabajar las piezas con plomo.

En el segundo taller el alfarero mencionó que utilizaban greta para sus productos. Comentó que considera que la transición es muy complicada porque las ventas son al día y son el sustento económico de muchas familias alfareras. Además, se requieren muchas capacitaciones para aprender a utilizar otros tipos de esmaltes y poder realizar la transición de forma gradual.

Acteopan es una ciudad pequeña, con dinámicas comunitarias, los talleres de alfarería están distribuidos en diferentes puntos de la localidad, algunos de ellos con puntos de venta en sus propios talleres. Se visitaron 2 talleres que fabrican productos de utilería principalmente.

Uno de los talleres visitados es libre de plomo, tiene 40 años funcionando como taller, de los cuales 13 han sido con producción libre de plomo. Realizaron la transición por temas de salud y por la información obtenida en las capacitaciones de FONART, además de que forman parte del programa Barro Aprobado. Para ellos fue muy difícil la transición por el cambio de prácticas, (dinámicas tradicionales) o confianza del consumidor. Fue complejo encontrar consumidores que confiaran que el producto mantenía su calidad a pesar de no contar con plomo. También comentaron que utilizan el esmalte ECOT 330 de Cerámicos San José que adquieren con un vendedor particular dentro de su comunidad.

El otro taller visitado es pequeño. Ahí se utiliza greta para la producción de sus piezas, las cuales son adquiridas por clientela local. Comentaron que adquieren sus esmaltes en tiendas de cerámica en la colonia 3 de mayo en Morelos a través de pedidos colectivos con compañeros alfareros. Sin embargo, no mencionaron el nombre de las tiendas donde los compran o sus estrategias para organizar sus procesos de compra.

Estado de México

En el Estado de México se visitaron dos municipios, Ixtapan de la Sal y Metepec, en cada uno de ellos se visitaron 3 talleres.

Ixtapan de la Sal es un sitio turístico, cuenta con varios atractivos y es reconocido por su producción de artesanía como cerámica, textiles, talavera y alfarería. Los talleres se encuentran en las periferias de la comunidad, cuentan con limitaciones de servicios públicos y no cuentan con puntos de venta en el sitio.



Figura 17. Horno de leña en Metepec, Estado de México. Fuente: elaboración.

Dos de los talleres visitados producen productos libres de plomo. En uno de ellos los alfareros mencionaron que forman parte del programa Barro Aprobado, por lo que la transición estuvo acompañada de su asesoría y capacitaciones. El otro taller mencionó que su motivación principal para transicionar a producción libre de plomo fue las implicaciones del plomo en la salud de los artesanos.

En estos dos talleres los alfareros mencionaron que sus insumos libres de plomo los adquieren en Cerámicos San José, con ceramistas de Morelos y en las tiendas de Ferrelux. El último taller visitado en Ixtapan no mencionó si su producción contenía plomo, pero señaló que sus insumos los compra con un vendedor independiente que vende casa por casa en la comunidad.

Metepec se ubica en la zona conurbada de la ciudad de Toluca, ahí se visitaron tres talleres. En uno de ellos, el alfarero entrevistado comentó que sí utiliza greta en sus procesos de esmaltado, mismo que adquiere a través de un proveedor en un mercado aledaño en su comunidad o a través de proveedores de diferentes domicilios particulares por la zona, en ambos casos, el alfarero comentó que los esmaltes provienen de Cuernavaca, Morelos. Su producción se centra en productos de utilería y los distribuye con clientes locales.

Los otros dos talleres realizan productos de utilería y decoración libres de plomo. Uno de ellos comentó que su proceso de transición se debió a la demanda de productos libres de plomo por parte del turismo, mismo que es su principal cliente.

El otro taller forma parte del Programa Barro Aprobado mismo que lo ha acompañado en el proceso de transición a producción libre de plomo. Ambos alfareros comentaron que adquieren sus productos en Cerámicos San José o en Aricolor.

Jalisco

En el estado de Jalisco se visitaron tres municipios, Tonalá, Zapopan y Guadalajara, todos ubicados en el Área Metropolitana de Guadalajara. En total se visitaron 5 talleres.

El municipio de Tonalá es reconocido como un centro artesanal a nivel nacional e internacional. Aquí se visitaron 2 talleres de alfarería.

Los dos talleres de Tonalá tienen una producción libre de plomo, uno de ellos cuenta con una producción industrial, con cerca de 20 personas trabajando, mientras que el otro es artesanal, y solo trabajan un artesano y la persona que le asiste.

El artesano del taller más pequeño comentó que dejó de utilizar el plomo por la demanda turística de la zona y porque sus clientes requieren exportar sus productos. Cuenta con hornos de gas y de leña, el de leña sólo puede ser utilizado en determinado horario, ya que existe una normativa municipal que limita las quemas para controlar las emisiones.

El taller más grande produce piezas decorativas, de utilería, macetas y producción a petición del cliente, cuenta con 3 hornos de gas y una línea de producción. De la misma manera que el taller pequeño, su producción requiere ser exportada por lo que no pueden utilizar el plomo en sus piezas.



Figura 18. Horno de leña para alfarería libre de plomo, Jalisco. Fuente: elaboración propia.

Ambos alfareros comentaron que adquieren sus insumos en Ceramicat y Ceramicolor, tiendas cercanas a sus talleres.

En Guadalajara se visitaron dos talleres libres de plomo, enfocados en la producción de utilería y productos de decoración con diseños y materiales modernos. Ambos talleres son pequeños, con hornos de gas y trabajan bajo pedidos. Sus insumos son adquiridos en la tienda Ceramicolor ubicada en Tonalá.

En Zapopan se visitó un taller industrial, con procesos que mencionaron eran libres de plomo. Cuentan con hornos de gas de alta temperatura y se enfocan en la producción de utilería.

Por último, en Jalisco se visitaron diferentes tiendas de insumos cerámicos para conocer su oferta disponible. En San Pedro Tlaquepaque se visitó la sucursal de Ferro Mexicana donde comentaron que estaban en proceso de transición y cambio de nombre a Vibrantz, por lo que no contaban con muchos insumos. A pesar de ello, se obtuvieron cuatro muestras comercializadas como esmaltes libres de plomo para ser analizadas en el laboratorio.

En Tonalá se visitaron las tiendas Ceramicat y Ceramicolor, en las que no se identificó la venta de insumos con plomo y no se obtuvieron muestras. También se visitó la tienda Calidad Artesanal Tonalteca, donde se obtuvieron seis muestras, tres esmaltes y tres pigmentos, mismas que comentaron eran libres de plomo.

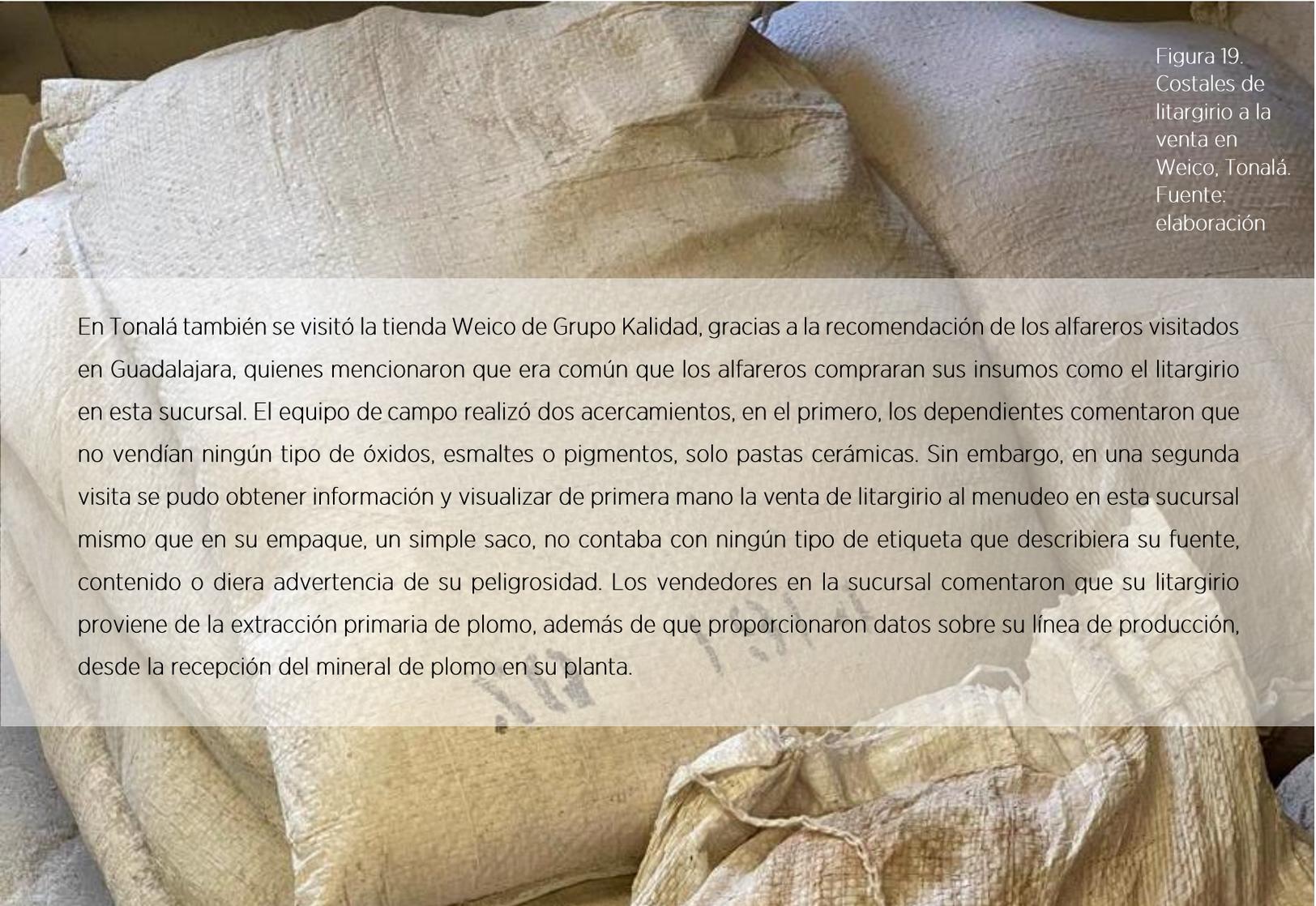


Figura 19.
Costales de litargirio a la venta en Weico, Tonalá.
Fuente: elaboración

En Tonalá también se visitó la tienda Weico de Grupo Kalidad, gracias a la recomendación de los alfareros visitados en Guadalajara, quienes mencionaron que era común que los alfareros compraran sus insumos como el litargirio en esta sucursal. El equipo de campo realizó dos acercamientos, en el primero, los dependientes comentaron que no vendían ningún tipo de óxidos, esmaltes o pigmentos, solo pastas cerámicas. Sin embargo, en una segunda visita se pudo obtener información y visualizar de primera mano la venta de litargirio al menudeo en esta sucursal mismo que en su empaque, un simple saco, no contaba con ningún tipo de etiqueta que describiera su fuente, contenido o diera advertencia de su peligrosidad. Los vendedores en la sucursal comentaron que su litargirio proviene de la extracción primaria de plomo, además de que proporcionaron datos sobre su línea de producción, desde la recepción del mineral de plomo en su planta.

6.6.1 Puntualizaciones del trabajo de campo

En resumen, del total de talleres visitados, 7 se encuentran dentro del programa Barro Aprobado.

En todos los talleres visitados, los esmaltes y demás insumos cerámicos estaban en bolsas plásticas sin etiquetas ni ningún tipo de información sobre riesgos ni especificaciones de protección. Llama la atención que a pesar de que mencionan los lugares de compra, no se emita algún distintivo del productor o distribuidor.



Figura 20. Presencia de niños en los talleres. Fuente: elaboración propia.

Es importante mencionar que en diferentes talleres se notó la presencia de niños en el área de trabajo, ya que estos espacios forman parte de su núcleo doméstico, lo que representa un alto riesgo de exposición al plomo en la etapa de la vida más susceptible de causar daños permanentes. Incluso se identificó trabajo infantil.

También llama la atención que varios alfareros comentaron que en sus talleres trabajan simultáneamente con dos hornos, uno para piezas libres de plomo y en otro continúan haciendo alfarería con plomo. Misma situación que no contribuye a evitar su exposición a este tóxico metal y permite visualizar su arraigo a la producción con plomo.

6.6.2 Muestreo de esmaltes y pigmentos

Para evaluar el contenido de plomo en esmaltes y pigmentos utilizados en la alfarería en México, tomamos muestras selectivas de 33 esmaltes y pigmentos adquiridos de los alfareros y alfareras que fueron entrevistados, de tiendas de esmaltes cerámicos y de vendedores independientes. Las muestras provinieron de los estados de Oaxaca, Guanajuato, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Jalisco y fueron analizadas por EHS Laboratories (Richmond, VA USA) con el método ASTM E-1979-17 para la preparación de muestras, el método EPA SW846 3050B para análisis de plomo y por el método SW846 3050B/6010D para cromo. En el anexo 3 se pueden observar los resultados de los análisis de las muestras, el color de sus polvos y las descripciones que fueron proporcionadas por los alfareros. Se recolectaron muestras de vidriados que los alfareros identificaron, tanto con contenido de plomo como sin plomo y aquellas que no identificaron.

Para evaluar los resultados, las muestras se dividieron en 3 grupos, el primero de ellos son las (15) muestras recolectadas en talleres de alfarería artesanal durante el trabajo de campo que trabajan con hornos de leña de baja temperatura. El segundo grupo corresponde a las (8) muestras obtenidas en un taller de alfarería industrial que se auto denomina como libre de plomo en el municipio de Zapopan Jalisco. El tercer y último grupo corresponde a las (10) muestras obtenidas en las tiendas de insumos cerámicos libres de plomo en Tonalá, Jalisco.

Del primer grupo, nueve muestras (60%) contenían niveles superiores a 90 ppm de plomo con una concentración entre las 300 a 930,000 ppm.

En el segundo grupo, correspondiente a las muestras que fueron obtenidas en el taller de alfarería industrial en Zapopan, donde mencionaron que todos sus insumos eran libres de plomo, el análisis arrojó que 5 de sus 8 muestras contenían niveles de plomo con una concentración entre 3,200 y 470,000 ppm de plomo; los 3 restantes estaban por debajo de 90 ppm.

Las muestras del grupo 3 fueron obtenidas en dos tiendas, Ferro Mexicana y Calidad Artesanal Tonalteca. En la primera de ellas se obtuvieron 4 muestras de esmaltes que no contenían plomo por encima de las 90 ppm. En la segunda tienda, se obtuvieron muestras de esmaltes que los vendedores manifestaron que eran "libres de plomo", de las cuales solo 1 registró concentraciones por debajo de 90 ppm, es decir, 2 de los 3 esmaltes contenían plomo entre 620 y 68,000 ppm de plomo. Además, se obtuvieron 3 muestras de pigmentos supuestamente libres de plomo, 2 de los cuales contenían plomo en concentraciones entre 6,500 y 7,800 ppm.

Haciendo un balance general de las 33 muestras de los tres grupos, encontramos que dieciocho muestras (55%) contenían plomo en niveles superiores a 90 ppm con una concentración promedio de 360,519 ppm, y un contenido máximo de hasta 930,000 ppm de plomo. De las 33 muestras, 13 de ellas (39%) no contenían plomo por encima de 90 partes por millón (ppm). Se aprecian algunas muestras que el ceramista artesano consideró que eran libres de plomo, sin embargo, si lo contenían.

Adicionalmente se analizó el contenido de cromo en catorce de las muestras con las concentraciones más altas de plomo. Todas las muestras tenían menos de 5 ppm de cromo. Normalmente los cromatos de plomo contienen más del 10% de cromo en peso.



Figura 21. Loza de barro vidriado.
Fuente: elaboración propia.

7. La cadena de suministro del plomo en México

7.1 Minería

En el entramado global de la minería, México destaca como un actor central y estratégico en la producción y refinación del plomo. En este apartado se presenta el contexto donde se posiciona a México en la escena internacional como uno de los principales actores en la cadena de suministro de plomo refinado y de extracción de este metal. También se presenta la escena nacional y la magnitud de las reservas de plomo en diferentes estados de la república.

7.1.1 Panorama internacional

El plomo es un metal utilizado en diversas industrias y manipulado en innumerables presentaciones y formulaciones para su aplicación en productos y procesos. Al ser altamente tóxico, su compra venta es regulada en muchos países.

Hay dos campos que son importantes analizar para conocer la cantidad de plomo disponible en el mundo. Primero, las reservas mineras mundiales de este metal, es decir cuáles son los países que tienen más plomo en bruto en su territorio y segundo, quienes son los que extraen más plomo.

Se estima que las reservas mundiales de plomo suman más de 2 mil millones de toneladas (Mineral Comodita Sumarias, 2023). Muchas reservas de plomo que se han encontrado en los últimos años están vinculadas a depósitos de otros minerales como zinc, plata o cobre. Estos yacimientos se encuentran principalmente en países como Australia, China, Irlanda, Perú, Portugal, Rusia, en los Estados Unidos (específicamente en Alaska) y en México.

La siguiente figura muestra la distribución proporcional de las reservas de plomo a nivel mundial, destacando especialmente la presencia significativa de depósitos en Australia y China, los cuales son reconocidos como los principales países con yacimientos de este metal. México también emerge como un actor estratégico en este panorama.

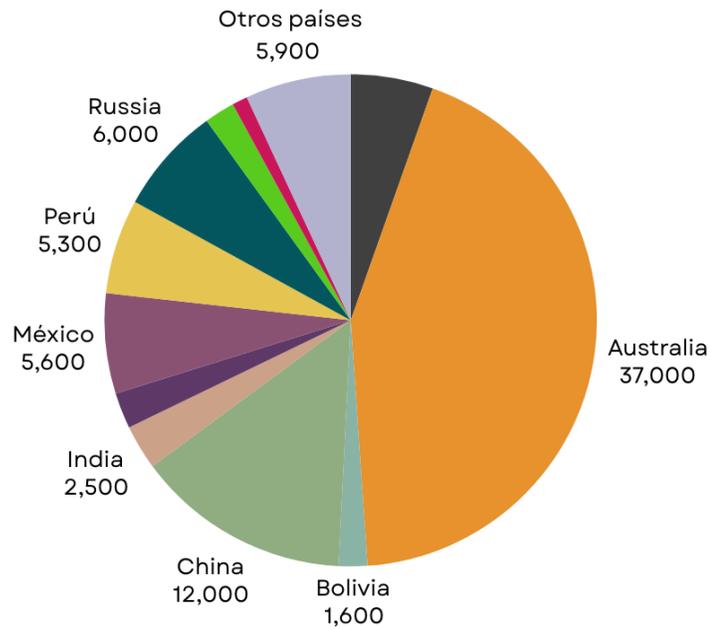


Figura 22. Reservas mineras de plomo mundiales. Fuente: Mineral Commodity Summaries 2023

A pesar de que Australia es el país con la reserva minera de plomo más grande del mundo, no es el país que más lo extrae, es decir, no explota su reserva de la misma manera que lo hace China, país que más extrae plomo de sus depósitos y pone en el mercado una cantidad significativa. En la siguiente gráfica se presenta la producción de plomo por país en la que México ocupa el cuarto lugar.

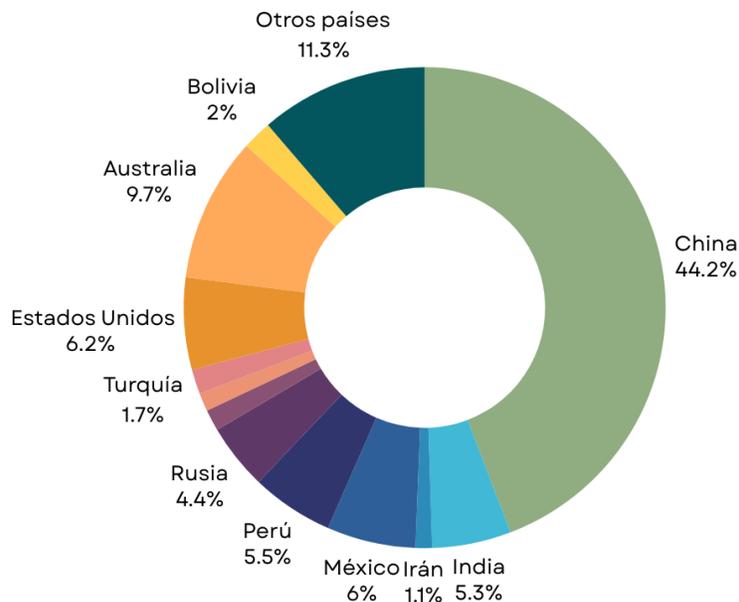


Figura 23. Producción de mineral de plomo por países en millones de toneladas, 2022.

Fuente: Mineral Commodity Summaries 2023

7.1.2 Panorama nacional

Para comprender mejor la situación de la minería de plomo en México, es importante examinar el rol que desempeña el país en el ámbito minero a nivel global. México se ha destacado en el escenario internacional por su producción significativa de diversos metales y minerales, entre los que destaca la plata, el plomo y el zinc. Además, figura entre los diez principales países productores de minerales, siendo líder indiscutible en la producción de plata a nivel global.

Según un informe publicado en el año 2015 por SNL Metals & Mining, retomado por la Secretaría de Economía, México es un destino clave para la inversión extranjera en la explotación minera. El país se destaca como el principal destino de inversión en América Latina y se sitúa en el cuarto lugar a nivel mundial en este aspecto (ver figura 23). Estos datos subrayan la relevancia de México en el ámbito minero internacional y su importancia en la industria del plomo y otros minerales.

La producción de mineral de plomo en México ha aumentado respecto al valor monetario, pero en cuanto al volumen ha disminuido ligeramente; los años con registro de mayor tonelaje fueron 2013, 2014 y 2015 con cantidades por encima de las 200 mil toneladas (ver figura 24).

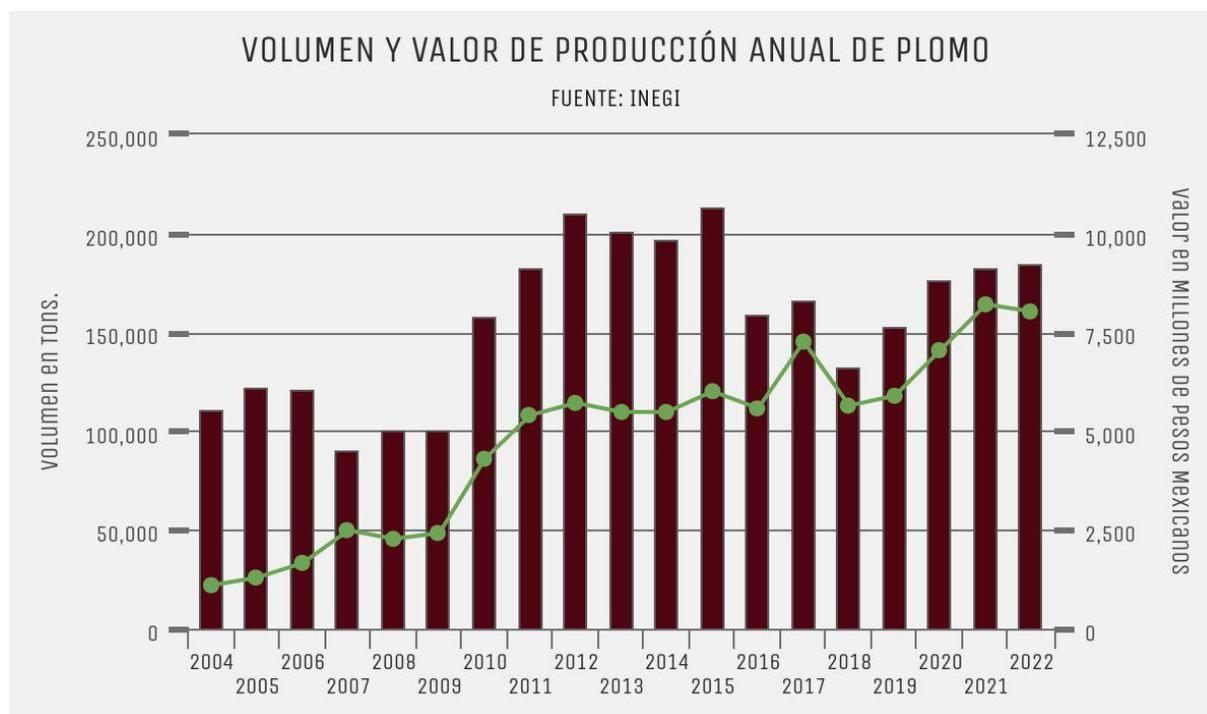


Figura 24. Volumen (barras) y valor (punteo) de producción anual de mineral de plomo 2004- 2022. Fuente: INEGI, 2023.

La producción minera de plomo está centrada en algunos estados de la república, sin embargo, el estado de Zacatecas es el que extrae el 60% del plomo en el país, le sigue el estado de Chihuahua con el 16% y Durango con el 9%, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el 2022.

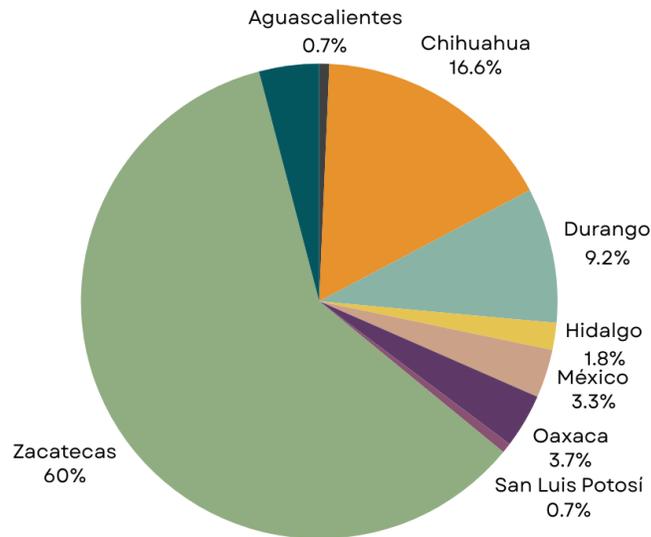


Figura 25. Producción de plomo por entidad federativa 2022. Fuente: INEGI

La extracción de mineral de plomo en México está a cargo de empresas mineras, muchas de ellas nacionales, pero también hay presencia de empresas extranjeras que lideran la extracción en varios estados del país. Entre estos estados, destaca Zacatecas como uno de los principales centros de producción de plomo. En esta región, la mina más grande es "Peñasquito", perteneciente a la empresa minera estadounidense Newmont, que contribuye con aproximadamente el 32% de la producción total de plomo en México.

Por otro lado, Fresnillo PLC, una empresa mexicana con vínculos en el Reino Unido y derivada de Industrias Peñoles, despliega una significativa actividad minera en Zacatecas. Con tres minas operativas en la región - Fresnillo, Saucito y San Julián-, esta compañía aporta alrededor del 22.5% de la producción nacional de plomo. Cabe destacar que Fresnillo PLC es reconocida como el mayor productor de plata a nivel mundial.

Además de Zacatecas, Industrias Peñoles tiene una presencia destacada en otros estados clave para la producción de plomo en México. En Durango, opera la unidad minera "Valardeña", mientras que en el Estado de México se encuentra la mina "Tizapa". Estas operaciones, junto con la unidad minera "Sabinas" en Zacatecas, contribuyen en conjunto con aproximadamente el 9.5% de la producción nacional de plomo.

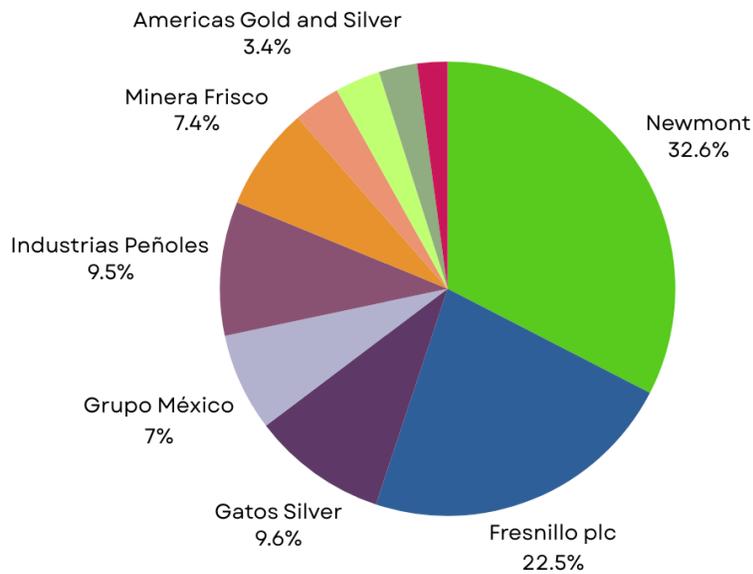


Figura 26. Empresas y porcentaje de producción minera en México.

Fuente: elaboración propia con datos del Informe anual de la Cámara Minera de México, 2023.

La Cámara Minera de México (CAMIMEX) en su informe del año 2023, presenta un par de proyectos “nuevos” que aportarán toneladas de plomo a la producción nacional. Ambos proyectos son liderados por empresas que no cuentan con proyectos activos en el país.

Proyecto minero	Empresa	Estado	Año de arranque	Miles de toneladas
Tahuehueto	Luca Mining	Durango	2023	3.2
Cordero	Discovery Metals	Chihuahua	2025	33.0
Total				36.2

Tabla 6. Nuevos proyectos mineros de plomo en México. Fuente: elaboración propia con datos del Informe anual de la Cámara Minera de México, 2023.

7.2 Refinación

La posición de México en la cadena de suministro de plomo refinado se destaca por su capacidad para abastecer una parte significativa de la demanda mundial. En el año 2022, la producción de plomo refinado a partir de materia prima secundaria, es decir, de plomo reciclado, representó una cifra impresionante del 65.5% del total de la producción mundial, marcando un incremento respecto al 65.1% registrado en el año anterior. Este crecimiento refleja la creciente importancia del plomo reciclado en la industria del país, donde más del 70% del total de su producción de plomo se centra en este proceso (Cámara Minera de México, 2023).

Según datos de la plataforma Data México, los estados con más ventas internacionales en el año 2022 de plomo refinado fueron Nuevo León con US\$98.3M, Ciudad de México (US\$36.9M) y San Luis Potosí (US\$4.67M); sus destinos comerciales fueron Estados Unidos (US\$82.3M), Brasil (US\$43.5M), Singapur (US\$7.88M), España (US\$2.38M) y Alemania (US\$1.6M). Sin embargo, el Anuario Estadístico de la minería mexicana 2022 del Servicio Geológico Mexicano, menciona que los montos totales del valor comercial están muy por encima de lo reportado en la página de Data México. El anuario menciona que el destino de las exportaciones principales de plomo refinado es Estados Unidos con más de US\$122M.

Se infiere que esta disparidad de datos puede estar relacionada con que la plataforma Data México presenta solo datos de plomo refinado secundario, mientras que el Servicio Geológico Mexicano puede estar reportando fuentes primarias y secundarias, sin embargo, no se tiene certeza de ello.

De acuerdo al Informe anual de la Cámara Minera de México (2023) la refinería en Torreón, Coah., propiedad de Industrias Peñoles, es la única planta de fundición primaria de plomo operando en la región de Latinoamérica, con una capacidad instalada para producir 180 mil ton/año de plomo afinado, lo que permite visibilizar la magnitud de operación que tiene Industrias Peñoles en el territorio mexicano.

7.3 Exportación e importación

Por la información recabada, se infiere que una parte importante de los compuestos con plomo que abastecen a las industrias de los plásticos, las pinturas y la alfarería en México, proviene del flujo de la importación de baterías de plomo ácido en desuso para su reciclaje, mismas que se transforman en plomo refinado en el país. En este apartado, se presentan los montos del movimiento transfronterizo de los residuos con plomo y compuestos de plomo hacia México, con el fin de destacar una de las rutas que está alimentando y contaminando a nuestro país.

En primer lugar, se listan las mercancías con plomo incluidas en las últimas actualizaciones del ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y del ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas, con el objetivo de conocer la información relativa a sus flujos de importación y exportación.

En un segundo momento se presenta la información encontrada en la web a través de las páginas oficiales de la Secretaría de Economía y la Secretaría de Relaciones Exteriores y de la plataforma Data México, además de los resultados de las consultas realizadas a través de la plataforma COMTRADE (United Nations Commodity Trade Statistics Database), un sistema de recopilación de datos web-based de las Naciones Unidas sobre el comercio internacional, el cual se nutre de cerca de 140 informantes al año (CEPAL, 2007).

Es relevante señalar que la obtención de información de este apartado representó un desafío en la investigación. Las fuentes oficiales de información respecto a los flujos de exportación e importación de sustancias presentan limitaciones, ya que carecen de actualización y se centran únicamente en el movimiento de ciertos compuestos, como el Óxido de Plomo (Pb_3O_4) - conocido como minio - y el Óxido de Plomo (PbO) - también denominado litargirio.

Esta situación es reflejo de dos limitaciones. Por un lado, la falta de información de fuentes oficiales, ya que no hay datos públicos que desglosen los compuestos de plomo, ya que solo se presentan algunos apartados que se podría inferir que son los más representativos, pero no refleja la situación real del flujo migratorio de los compuestos de plomo o los productos que lo contienen. No se cuenta con la infraestructura para hacer la vigilancia correcta de estos flujos comerciales y por lo tanto no se hace un registro correcto de ellos, o el ejercicio de transparencia, rendición de cuentas y acceso a la información está rebasado.

Por otra parte, como se presentó en el apartado 7.1, México es un gran productor de plomo afinado y refinado, especialmente proveniente del mercado secundario, por lo que puede abastecer el mercado local, sin embargo, requiere de otras industrias y procesos para la transformación del plomo en los compuestos de plomo que se utilizan como materia prima para alimentar las industrias de los plásticos, la alfarería y las pinturas.

7.3.1 Acuerdos federales para el flujo comercial de importación y exportación de residuos conteniendo plomo y algunos compuestos y óxidos de plomo.

Para conocer los montos de tránsito comercial internacional de sustancias y desechos con contenido de plomo, se pretendió consultar la información derivada de las autorizaciones normadas de los acuerdos que se describen a continuación.

El 26 de diciembre del año 2020, se publica la última actualización del *ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. En el inciso F de esta acuerdo se lista a los residuos peligrosos y otros residuos previstos en tratados internacionales, sujetos a la presentación de la autorización de Importación o de exportación, según corresponda, expedida por la DGGIMAR, o a la entrega de un aviso de retorno de residuos peligrosos generados a partir de materiales importados bajo régimen temporal, así como a verificación por parte de la PROFEPA y a la emisión del Registro de Verificación en los principales puntos de entrada y salida al país. Se listan los siguientes residuos conteniendo plomo sujetos a la presentación de la autorización de importación o de exportación.

Acuerdo		Secretaría
DOF: 26/12/2020	ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	SEMARNAT
Fracción Arancelaria	Descripción	Acotación
7802.00.01	Desperdicios y desechos, de plomo.	Únicamente: los incluidos en la NOM-052- SEMARNAT-2005, la Decisión C (2002) 107 (Final) de la OCDE o el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos 00 Peligrosos y su Eliminación.
8548.10.01	Desperdicios y desechos de pilas, baterías de pilas o acumuladores, eléctricos; pilas, baterías de pilas y acumuladores, eléctricos, inservibles.	Únicamente: Acumuladores de desecho plomo ácido; pilas de desecho y baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel cadmio (Ni-Cd), o de Zinc (Zn)-óxido de plata.

8548.90.99	Los demás	Únicamente: Residuos, desechos o chatarra electrónica, aparatos, dispositivos, equipos electrónicos o partes de éstos, previstos en esta fracción, incapaces de cumplir la tarea para la que originariamente fueron inventados y producidos, destinados para el desensamble; identificación; inspección; prueba; restauración; reparación; garantía; reacondicionamiento y/o remanufactura; Montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de éstos que contengan soldaduras de estaño plomo u otras soldaduras que sean de plomo; o que contengan componentes como acumuladores, baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio, pilas o baterías zinc-oxido de plata o aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; interruptores de mercurio, vidrios de tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados y capacitadores de PCB, o que estén contaminados con constituyentes del anexo I del Convenio de Basilea (por ejemplo, cadmio, mercurio, plomo y bifenilo policlorado).
------------	-----------	---

Tabla 7. Fracciones arancelarias que contienen plomo del acuerdo que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la SEMARNAT. Fuente: elaboración propia con datos de Diario Oficial de la Federación.

Ese mismo día, el 26 de diciembre de 2020, también se publicó la actualización al ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas¹⁷. En los incisos B y D de dicho acuerdo, se mencionan las fracciones arancelarias de sustancias químicas que están sujetas a autorización de importación y exportación por parte de la SEMARNAT y de importación por SEMARNAT y COFEPRIS. En la siguiente tabla se observan las cinco fracciones arancelarias de compuestos y óxidos de plomo listadas en el acuerdo.

¹⁷ Esta comisión está integrada por Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Economía, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y la Secretaría de Salud.

Acuerdo		Secretaría
DOF: 26/12/2020	ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.	Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.
Fracción Arancelaria	Descripción	Acotación
2824.10.01	Monóxido de plomo (litargirio, masicote).	
2833.29.99	Los demás	Únicamente: Sulfato de cadmio; sulfato de plomo.
2836.99.99	Los demás	Únicamente: Carbonatos de plomo.
2915.29.99	Los demás	Únicamente: Acetato de plomo.
2931.10.01	Tetraetilplomo y tetraetilplomo.	

Tabla 8. Fracciones arancelarias que contienen plomo del acuerdo que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas. Fuente: elaboración propia con datos de Diario Oficial de la Federación.

A través del portal de transparencia del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI) se solicitó cualquier información estadística existente sobre las autorizaciones para el paso transfronterizo de las fracciones arancelarias mencionadas anteriormente. Ambos acuerdos mencionan que las dependencias que cuentan con las facultades para emitir el permiso o autorización de importación o exportación son la SEMARNAT y la COFEPRIS, por lo que se solicitó la información a ambas.

La respuesta por parte de COFEPRIS es que se declara incompetente, eso quiere decir, que manifiesta no tener las atribuciones como sujeto obligado para poseer esta información asegurando que la autoridad competente para ello es la Agencia Nacional de Aduanas de México a pesar de que en el acuerdo mencionado se establecen como responsables. Por su parte, la SEMARNAT respondió que sí es la dependencia de gobierno con las facultades que marca el acuerdo, pero no cuenta con los registros necesarios para emitir una respuesta. Sin embargo, manifestó que sí cuenta con el registro de 0 solicitudes de exportación de la fracción arancelaria 2931.10.01 (Tetraetilplomo).

Esta información ayuda a complejizar la carencia de información certera respecto a la importación y exportación en nuestro país de las fracciones arancelarias listadas en las tablas anteriores. Se cuenta con los mecanismos legales para autorizar y registrar los movimientos de comercio internacional de estas mercancías, pero en la práctica no parecen estar ejerciendo adecuadamente.

Según refieren los acuerdos, el término de *regulación* implica el otorgamiento de permisos, certificados, avisos y autorizaciones que deberán de ser emitidos por las Unidades Administrativas competentes de la SEMARNAT, sin embargo, el no contar con información de los códigos arancelarios antes mencionados, implica que probablemente no se están ejerciendo dichos controles.

7.3.2 Información pública en DATA México y COMTRADE

La Secretaría de Economía a través de la plataforma Data México menciona que la información presentada es la más completa posible, sin hacer pública información a nivel empresa, ya que no es información que puede ser revelada y se encuentra clasificada como confidencial según la normativa nacional.

La información se presenta a través del sistema armonizado de 4 y 6 dígitos (HS por sus siglas en inglés, Harmonized System)¹⁸. En la búsqueda de información, se encontraron los datos presentados para el código HS 2824 *Óxidos de Plomo; Minio y Minio Anaranjado*, (Óxido de plomo (PbO) y Óxido de plomo (Pb₃O₄)). Estos datos corresponden a los flujos comerciales de importación y exportación de óxidos de plomo, por año, por origen y destino comercial.

En la plataforma COMTRADE los datos son presentados en diferentes categorías, pero se retoma el año del movimiento, el código HS, el país de origen y destino y el valor comercial de la compra o venta. Es importante mencionar que los compuestos y mercancías pueden realizar movimientos internacionales con diferentes códigos arancelarios, además de que las empresas pueden utilizar códigos arancelarios diferentes a los que corresponden estrictamente a las mercancías por conveniencia para realizar los movimientos, esto dificulta rastrear la información y conocer realmente la situación comercial internacional de los compuestos de plomo.

A continuación, se presenta la información obtenida por flujo comercial.

¹⁸ El código HS es la nomenclatura internacional para la clasificación de productos para la importación y exportación, también nombrado fracción arancelaria.

7.3.3 Exportación

Según la plataforma Data México, desde el año 2013 el estado de Nuevo León es el único que ha exportado óxidos de plomo. En los últimos años del registro, 2022, 2021 y 2020, Nuevo León ha registrado ventas totales de más de US\$1.5 millones de dólares.

- 2022 ----- US\$493k
- 2021 ----- US\$726k
- 2020 ----- US\$455k

Los principales destinos comerciales para las exportaciones mexicanas de óxido de plomo incluyeron Estados Unidos, Venezuela, Colombia y Nicaragua. En la siguiente tabla, se presentan las cifras de exportación registradas en la plataforma por año, país y valor comercial; en ella destaca Estados Unidos al ubicarse como el principal destino comercial en 2022, 2021 y en 2020 sólo por debajo de Colombia.

Año	País	Valor Comercial US\$
2022	Estados Unidos	\$278,368.00
	Venezuela	\$117,000.00
	Colombia	\$74,500.00
	Nicaragua	\$23,000.00
2021	Estados Unidos	\$465,264.00
	Colombia	\$260,850.00
2020	Colombia	\$228,410.00
	Estados Unidos	\$224,087.00
	Brasil	\$2,200.00
	Alemania	\$1.00

Tabla 9. Exportaciones por país, año y valor comercial. Fuente: Elaboración propia con datos de DATA México.

La plataforma COMTRADE tiene registrado el código HS 2824, que corresponde a los Óxidos de Plomo (PbO y Pb3O4). Según estos registros, todas las exportaciones de este código desde México en el año 2022, se dirigieron al 100% hacia Estados Unidos, alcanzando un valor total de US\$266,307. Esta cifra representa una diferencia significativa con respecto a los datos presentados por la Secretaría de Economía para el año 2022. Además, para los años 2020, 2021 y 2023, COMTRADE registra que todas las exportaciones de óxidos de plomo realizadas por México también tuvieron como destino Estados Unidos.

Los códigos HS asociados al listado de compuestos con plomo en esta investigación muestran una tendencia destacada en COMTRADE durante el año 2022, el principal destino de exportación es Estados Unidos. Si bien,

estos códigos arancelarios son amplios y no se puede asegurar la cantidad de cada sustancia específica que se exporta, ofrecen una visión general de los flujos comerciales de los compuestos con plomo.

País destino	Código HS	Nombre del Código	Sustancia que utiliza ese código	Valor en US\$
Estados Unidos	382499	Productos, mezclas y preparaciones químicas; partida 3824	Ácidos nafténicos, sales de plomo	\$ 180,847,771.00
Estados Unidos	780110	Plomo; en bruto, refinado	Plomo	\$ 122,488,897.00
Estados Unidos	283329	Sulfatos	Sulfato de óxido de plomo (Pb4O3(SO4))	\$ 91,174,084.00
Estados Unidos	320620	Materias colorantes; pigmentos y preparaciones a base de compuestos de cromo		\$ 10,032,168.00
Estados Unidos	282410	Plomo; monóxido de plomo (litargirio, masicot)	Óxido de plomo (PbO) y Óxido de plomo (Pb3O4)	\$ 266,307.00

Tabla 10. Exportaciones de México por país, código HS y valor comercial en 2022.

7.3.4 Importación

En lo que respecta al flujo de importación o compras internacionales en diversos estados de la república, se observa una variación notable. Según los datos proporcionados por Data México para el año 2022, las entidades con las mayores compras internacionales de óxidos de plomo (PbO y Pb3O4) fueron Sonora, con un total de US\$2.44 millones, seguido por Nuevo León con US\$1.56 millones y Coahuila de Zaragoza con US\$235 mil. Sin embargo, en años anteriores (2021 y 2020), Nuevo León se situó en el primer lugar en cuanto a compras al extranjero (consultar tabla 11).

Estos datos revelan una disparidad significativa entre la importación y exportación de estos compuestos, indicando que se importa considerablemente más de lo que se exporta. Asimismo, permiten identificar el movimiento de compra-venta particularmente en el estado de Nuevo León y cómo esto podría estar relacionado con el flujo de las baterías de plomo.

Año	Estado	Valor comercial US\$
2022	Coahuila de Zaragoza	\$ 234,528.00
	Nuevo León	\$ 1,559,695.00
	Sonora	\$ 2,443,486.00
2021	Coahuila de Zaragoza	\$ 180,737.00
	Nuevo León	\$ 1,336,714.00
2020	Coahuila de Zaragoza	\$ 265,137.00
	Guanajuato	\$ 862.00
	Nuevo León	\$ 1,209,499.00

Tabla 11. Compras de óxido de plomo por estado, año y valor comercial.

Fuente: elaboración propia con datos de DATA México

Las adquisiciones internacionales de (PbO y Pb3O4) en el año 2022 tuvieron como origen países como Sudáfrica, España, Estados Unidos, Corea del Sur y Tailandia. A nivel global, los principales importadores de óxidos de plomo fueron Polonia (con un total de US\$17.5 millones), Australia (con US\$15.7 millones) y Canadá (con US\$13.5 millones).

La siguiente tabla presenta los orígenes comerciales de las importaciones a México de óxidos de plomo (PbO y Pb3O4) correspondientes a los años 2022, 2021 y 2020, junto con los montos registrados por la Secretaría de Economía para las importaciones.

Año	País de procedencia	Valor comercial US\$
2022	Sudáfrica	\$ 2,547,295.00
	Corea del Sur	\$ 205,461.00
	Tailandia	\$ 130,701.00
	España	\$ 791,924.00
	Estados Unidos	\$ 562,328.00
2021	Sudáfrica	\$ 180,737.00
	Suiza	\$ 122,662.00
	Alemania	\$ 265,555.00
	España	\$ 391,726.00
	Estados Unidos	\$ 556,710.00
2020	Sudáfrica	\$ 265,137.00
	Suiza	\$ 178,647.00
	Alemania	\$ 453,373.00
	España	\$ 167,989.00
	Estados Unidos	\$ 409,490.00

Tabla 12. Países de origen de compras de óxido de plomo por país, año y valor comercial.

Fuente: elaboración propia con datos de DATA México

Al contrastar los datos de importación de óxidos de plomo a México, en la plataforma COMTRADE se observa una notable discrepancia en la información. Aunque el país con más volumen desde donde se importan los óxidos de plomo coincide (Sudáfrica), el valor comercial registrado es significativamente inferior al presentado en Data México. Además, COMTRADE no reconoce a ningún otro país fuera de Sudáfrica como origen mayoritario de las importaciones en los últimos tres años. (Véase tabla 13).

Esta disparidad en los datos reflejados por COMTRADE puede atribuirse, en cierta medida, a las diferencias en la información reportada por cada país para alimentar la base de datos de comercio internacional de las Naciones Unidas, así como a los registros públicos del gobierno mexicano.

Año	País de origen	Valor comercial US\$
2023	Sudáfrica	\$ 345,793.00
	Estados Unidos	\$ 209,683.00
2022	Sudáfrica	\$ 747,809.00
	Estados Unidos	\$ 284,356.00
2021	Sudáfrica	\$ 347,250.00
	Estados Unidos	\$ 204,891.00
2020	Sudáfrica	\$ 854,520.00
	Alemania	\$ 453,499.00
	Estados Unidos	\$ 451,522.00

Tabla 13. Países de origen de compras de óxido de plomo por estado, año y valor comercial.

Fuente: elaboración propia con datos de COMTRADE

7.3.5 Flujo de exportación e importación de acumuladores de plomo

Es muy importante mencionar en este informe el flujo de importación y exportación de las baterías de plomo usadas. Para ello, se identificó el código HS 854810 denominado "Desperdicios y Desechos de Pilas, Baterías de Pilas o Acumuladores, Eléctricos; Pilas, Baterías de Pilas y Acumuladores Eléctricos, Inservibles" en la plataforma DATA México, la cual arrojó los siguientes datos respecto a importación y exportación.

Exportación o ventas internacionales

Desde el año 2013 el estado de Tamaulipas es el principal estado con ventas internacionales, seguido del estado de Baja California. En los años 2020, 2021 y 2022 Tamaulipas ha registrado ventas por más de \$1.7 millones de dólares, mientras que el destino principal es Estados Unidos.

Exportación			Destino comercial	
Año	Estado	Valor comercial	País	Valor comercial
2022	Baja California	\$136,616.00	Japón	\$657.00
	Chihuahua	\$11,373.00	Canadá	\$6.00
	Tamaulipas	\$786,078.00	Estados Unidos	\$933,404.00
2021	Baja California	\$172,636.00	Canadá	\$2.00
	Chihuahua	\$13,940.00	Estados Unidos	\$597,068.00
	Tamaulipas	\$410,494.00		
2020	Baja California	\$246,513.00	Estados Unidos	\$911,822.00
	Chihuahua	\$10,176.00		
	Nuevo León	\$72,626.00		
	Tamaulipas	\$582,507.00		

Tabla 14. Flujo de exportación de código HS 854810. Fuente: elaboración propia con datos de DATA México

Con la información de la tabla anterior, se infiere que los estados exportadores sólo refieren a los puntos fronterizos de cruce. Ya que la industria, tanto de reciclaje de acumuladores usados como de nuevas baterías, mayormente se concentra en el área conurbada de Monterrey, Nuevo León (Casa Cem, 2023).

La información presentada por COMTRADE respecto a las exportaciones de México no coincide con lo presentado por DATA México; además, solo se cuenta con el registro de 2020 y 2022 donde el único destino es Estados Unidos con un valor comercial de \$935,560.00 para 2020 y \$546,439.00 para 2021.

Importación o compras internacionales

Respecto a la importación de este código, la diferencia del valor comercial es muy grande. Según la información de los últimos tres años de DATA México (2020, 2021 y 2022) el único estado que realiza compras comerciales de este código es Nuevo León, mientras que el único país de origen es Estados Unidos.

Importación			Origen comercial	
Año	Estado	Valor comercial	País	Valor comercial
2022	Nuevo León	\$321.761.531,00	Estados Unidos	\$321.761.531,00
2021	Nuevo León	\$337.958.011,00	Estados Unidos	\$337.958.011,00
2020	Nuevo León	\$287.111.168,00	Estados Unidos	\$287.111.168,00

Tabla 15. Flujo de importación de código HS 854810. Fuente: elaboración propia con datos de DATA México

7.4 Reciclaje

En México, la industria del reciclaje de residuos que contienen plomo ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años y presenta desafíos únicos debido a su toxicidad.

En la actualidad, gran parte del plomo comercializado mundialmente procede del reciclaje (OMS; 2022), específicamente del reciclaje de baterías de plomo ácido. México es el destino de entre el 75 y el 95% de las baterías usadas que se exportan anualmente desde EE. UU. (Casa Cem, 2023).

De acuerdo con el informe *Exportaciones Peligrosas Contribuyen a la Contaminación del Suelo en Plantas de Reciclaje de Baterías de Plomo en México*, las exportaciones de baterías de plomo usadas de EE. UU. a México han crecido sustancialmente desde el año 2008 después de la reducción de los niveles permisibles en el Estándar Nacional de Calidad del Aire Ambiental para el plomo en los EE. UU. (NAAQS), y continuaron aumentando en un 18% del año 2011 al 2021. Desde el año 2017 se requiere que los exportadores rastreen cada embarque e informen a la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA por sus siglas en inglés) anualmente sobre la cantidad y los destinos de las baterías de plomo usadas bajo las Reglas Universales de Exportación de Residuos (US EPA 2016). A partir de esta información, se sabe que una sola empresa, Clarios (anteriormente Johnson Controls), fue responsable del 68% de las baterías de plomo usadas enviadas de EE. UU. a México en el año 2021.

En la siguiente tabla se puede observar el aumento en las importaciones de baterías de plomo ácido usadas a México a partir de la entrada en vigor del NAAQS en los Estados Unidos.

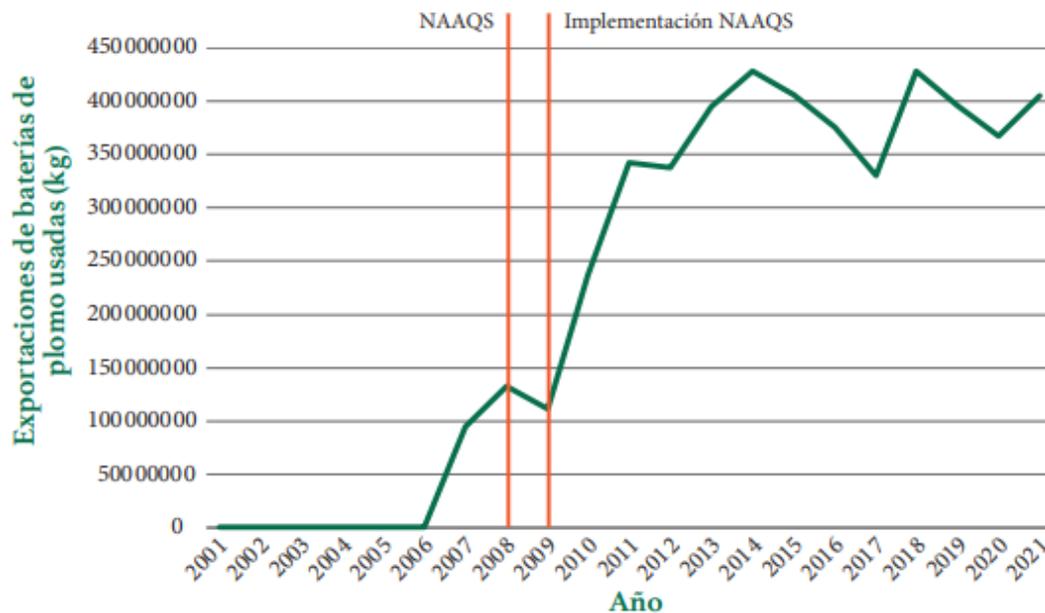


Figura 27. Exportaciones de baterías de plomo usadas de EE. UU. a México. Fuente: Informe *Exportaciones Peligrosas Contribuyen a la Contaminación del Suelo en Plantas de Reciclaje de Baterías de Plomo en México* con datos de la Comisión de Comercio Internacional de EE. UU., (dataweb.usitc.gov) para el código arancelario 8548100540

En el año 2021, México importó más de 515,000 toneladas métricas (TM) de baterías de plomo usadas de EE. UU. para procesar en ocho plantas (datos no publicados de la EPA de EE. UU.). La planta de Clarios en García fue el principal destinatario, ya que absorbió el 43% de estas exportaciones desde las operaciones estadounidenses de la empresa.

México ha sido el mayor importador de baterías de plomo usadas de EE. UU. durante muchos años y fue objeto de un informe en el año 2013 emitido por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN). Desde que se publicó dicho informe hace más de una década, las exportaciones a México han seguido aumentando.

De los procesos de reciclaje de plomo secundario se producen principalmente lingotes de plomo afinado o refinado para diferentes usos y en un proceso subsecuente este puede ser oxidado. El plomo afinado y refinado en diferentes grados de pureza y el óxido de plomo son utilizados como materia prima en diversas aplicaciones industriales, principalmente en la manufactura de nuevas baterías. Sin embargo, también es un flujo reconocido para producir óxido de plomo como insumo para las tres industrias de interés.

De acuerdo con la actualización a febrero del 2024 del directorio de empresas prestadoras del servicio de reciclaje de residuos peligrosos industriales de SEMARNAT, existen en México 28 empresas autorizadas para la prestación del servicio de reciclaje de residuos que contienen plomo¹⁹.

De estas 28 empresas:

- 18 realizan procesos de fundición secundaria de plomo principalmente de los procesos de reciclaje de baterías de plomo-ácido,
- 4 realizan procesos de fundición principalmente para la producción de aleaciones de plomo-estaño para soldadura, y
- 6 realizan la prestación del servicio de manejo de residuos con plomo o no realizan procesos de fundición secundaria de plomo.

De las 28 empresas autorizadas por SEMARNAT, solo 8 reportan emisiones al RETC según los registros del 2022 (los más recientemente publicados), además de que los datos reportados lucen erráticos. El informe *Exportaciones peligrosas contribuyen a la contaminación del suelo en plantas de reciclaje de baterías de plomo en México* señala que:

“Para sumar aún más a las deficiencias en el reporte de información al RETC, México cambió los requisitos de informes para el plomo en 2013 (Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013) que parece haber limitado los informes a las emisiones de plomo respirable. Dado que las preocupaciones basadas en la salud generalmente se relacionan con el plomo total en el aire y esa es la forma en que está regulado en otros países, es difícil de evaluar los limitados datos proporcionados después del cambio regulatorio en México” (Casa Cem, 2023, p.13).

En el anexo 4 se listan las empresas de fundición secundaria identificadas en México, en el que se incluye información sobre las autorizaciones que les otorga SEMARNAT para la prestación del servicio de reciclaje de residuos peligrosos vigente en 2024, así como también se añade información sobre aquellas empresas que reportaron emisiones al RETC en el año 2022, año más actualizado en los registros de emisiones en México.

¹⁹ El listado de las empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos de la SEMARNAT puede consultarse en: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos> y en el anexo 2. Listado de las empresas prestadoras de servicios de reciclaje de residuos peligrosos industriales autorizadas por SEMARNAT para el reciclaje de plomo en México.

8. Empresas que importan, fabrican, oxidan, distribuyen y comercializan óxidos y compuestos de plomo en México que se identifica que pueden proveer a las industrias de la alfarería, pinturas y plásticos en México.

El equipo de investigación ha resumido en la siguiente tabla a las empresas identificadas como importadoras, fabricantes, oxidadoras, distribuidoras y comercializadoras de óxidos y compuestos de plomo en México y que pudieran ser utilizados como insumos para las industrias de la alfarería, pinturas y plásticos en México. Los alcances de este informe no permiten definir una lista totalmente exhaustiva de las empresas, pero sí identificar la mayoría de ellas. Si bien algunas empresas claramente describen el destino de sus productos para alguno de los mercados de interés de este estudio, otras parecen enfocarse a dotar de estos insumos para la minería o la producción de baterías de plomo ácido nuevas. Sin embargo, se han mantenido en esta lista dado que existen huecos de información específicamente para el mercado de óxidos de plomo para su uso en alfarería. Esto nos obliga a mantenerlas como posibles fuentes de abastecimiento. También se ha incluido en la última columna a aquellas empresas con quienes se ha identificado que tienen relación comercial o países desde donde importan sus productos. Esto nos ha permitido construir diagramas de las cadenas de suministro de los óxidos y cromatos de plomo para cada una de las tres industrias de interés.

ACTIVIDAD QUE DESEMPEÑAN	EMPRESA	SUSTANCIAS QUE PRODUCE O COMERCIALIZA	EMPRESA O PAÍS DESDE DONDE IMPORTAN O CON QUIENES TIENEN RELACIÓN COMERCIAL
Productores nacionales de óxidos y compuestos de plomo que no reciclan baterías en sus propias instalaciones	Dynakrom	Producción de Óxido de plomo litargirio (PbO), nitrato de plomo, y pigmentos de sulfocromato de plomo (PY34) y Sulfocromo Molibdato de Plomo rojo (PR 104) a partir de plomo secundario proveniente del reciclaje de baterías de plomo ácido.	Pyosa Industrias SAPI de CV es su distribuidor en México para cromatos de plomo. OperQuim es su distribuidor para litargirio.
	Grupo KALIDAD / WEICO Químicos / Promacesa	Producción de Óxido de plomo - Litargirio (PbO) a partir de plomo primario afinado, vende fritas y esmaltes cerámicos.	
Reciclador de baterías de plomo ácido con planta en México, que cuenta con autorización de SEMARNAT para su reciclaje y que ha sido identificado como oxidador de plomo	Óxidos y Pigmentos Mexicanos, S.A. de C.V.	Recicladora de baterías y producción de Óxido de plomo (Pb3O4) - minio y Óxido de plomo (PbO) - litargirio a partir del reciclado de baterías de plomo ácido	
Empresas globales con plantas en México	Penox	Produce Óxido de plomo (Pb3O4) - minio, Óxido de plomo (PbO) - litargirio y óxido de plomo a partir de plomo secundario de batería gris.	Recuperadora de Metales Ram, S.A. de C.V. es uno de sus proveedores de plomo.
	Vibrantz	Produce Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104) en el extranjero y es su propio distribuidor en México. (Antes FERRO)	Produce cromatos de plomo en Colombia
Empresas extranjeras que tienen distribuidores en México	Chroma Specialty Chemicals	Comercializa Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104) desde el extranjero	Chroma Specialty Chemicals distribuye pigmentos de DCL PIGMENTS
	DCL PIGMENTS	Compra de China y comercializa Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104)	Química Rana distribuye pigmentos de DCL, Quimosa distribuye productos de DCL que adquiere de Chroma Specialty Chemicals
	Vipul Organics	Produce Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104) en la India.	MXP Pigmentos y Colorantes distribuye sus productos en Latinoamérica
Importadoras / Comercializadoras mexicanas	Apomex/ Abastecedora de Metales y Derivados, S.A. de C.V.	Comercializa Óxido de plomo - Litargirio (PbO), lingotes de plomo de horno y plomo afinado	Importa desde CHINA entre otros países
	MXP Pigmentos y Colorantes	Comercializa Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104)	Importa desde Vipul Organics en la India
Distribuidoras / Comercializadoras	Azinsa Óxidos	Comercializa Óxidos de plomo	Es distribuidor de Penox
	Pyosa Industrias SAPI de CV	Comercializa Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104)	Dynakrom es su proveedor de cromatos de plomo
	Química Rana	Comercializa sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104)	Química Rana distribuye pigmentos de DCL
	Química del Oeste SA de CV (QUIMOSA)	Comercializa Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104)	Quimosa distribuye productos de DCL que adquiere de Chroma Specialty Chemicals
	Koprino	Comercializa Óxido de plomo (PbO) (Litargirio)	Recuperadora de Metales Ram, S.A. de C.V. es su proveedor de plomo.
	Manuchar	Óxido de plomo (PbO), Ácido nítrico, sal de plomo (2+) (2:1) - Nitrato de Plomo (II)	
	Suministro de Especialidades	Comercializa Litargirio Amarillo fino Óxido de plomo (PbO), sulfocromato de plomo (PY34), Litargirio Amarillo en POLY-DISPERSION® T(HRL)D-90 para plásticos (89% Litargirio resistente al calor 11% Aglutinante de EPDM tipo L).	Pyosa Industrias SAPI de CV es su proveedor de cromatos de plomo. Es distribuidor de LanXESS
	OperQuim	Comercializa Nitrato de plomo, Óxido de plomo (PbO) - litargirio	OperQuim es distribuidor de Dynakrom para litargirio.
	CHEMIK SA DE CV	Comercializa Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104)	Comercializa productos de Vipul Organics

Tabla 16. Empresas que importan, fabrican, distribuyen o comercializan óxidos o compuestos de plomo en México.

Fuente: Elaboración propia con datos de las empresas.

9. Cadenas de suministro de los óxidos y cromatos de plomo identificadas como fuentes de abastecimiento para las industrias de la alfarería, las pinturas y los plásticos en México.

Para entender las cadenas de suministro del óxido de plomo, es importante primero describir los flujos del plomo primario y secundario hasta los óxidos y los productos que los contienen.

La producción de plomo primario implica la extracción del mineral de plomo a través de la minería, seguido de varios procesos de fundición y refinación para purificar el plomo hasta llegar a los oxidadores.

La producción de plomo secundario implica el reciclaje de materiales de desecho que contienen plomo (baterías usadas de plomo ácido y scrap de plomo), su fundición y refinación para llegar a los oxidadores.

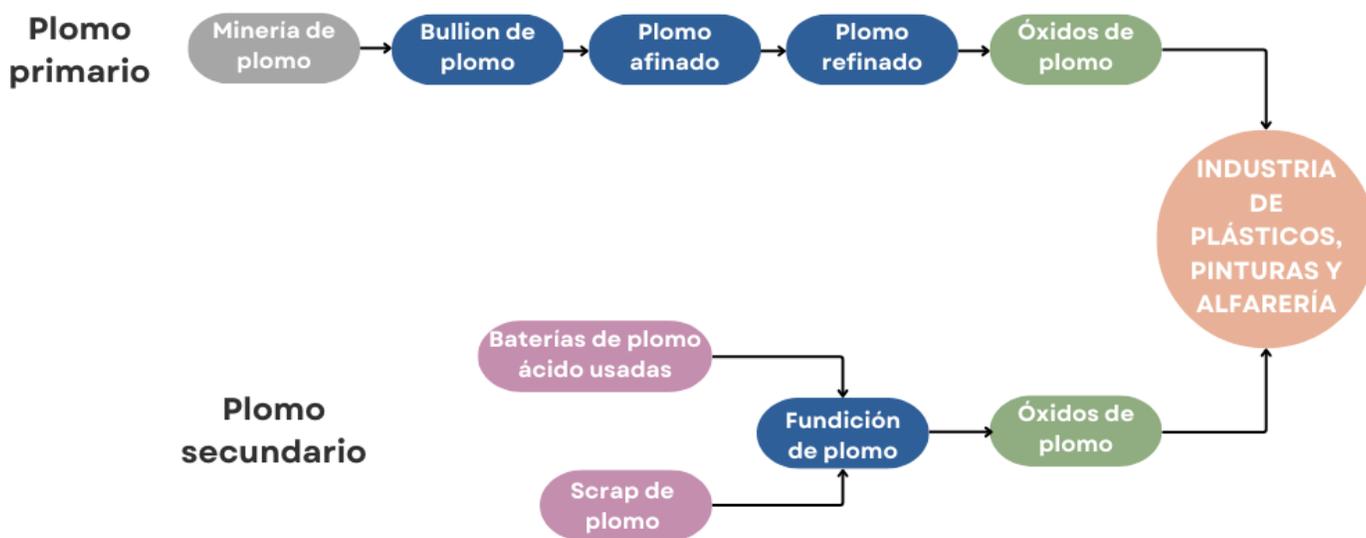


Figura 28. Flujos de plomo primario y secundario para la producción de óxidos de plomo presentes en las industrias de plásticos, pinturas y alfarería. Fuente: elaboración propia.

A partir de toda la investigación realizada, el equipo de investigación construyó tres diagramas que pretenden ilustrar las cadenas de suministro de los óxidos y compuestos con plomo para las industrias de interés. Estos diagramas son ilustrativos, pero no limitativos.

9.1 Fuentes de abastecimiento del óxido de plomo para la alfarería de baja temperatura

El primer diagrama pretende ilustrar las posibles fuentes de abastecimiento del óxido de plomo (litargirio) para la alfarería de baja temperatura en México. Para la construcción de este diagrama se ha realizado investigación por medios electrónicos, misma que ha sido corroborada a través de visitas presenciales y comunicaciones con las empresas para solicitar información, cotizaciones y condiciones de venta del litargirio. Los resultados de la investigación se plasman en el siguiente diagrama.

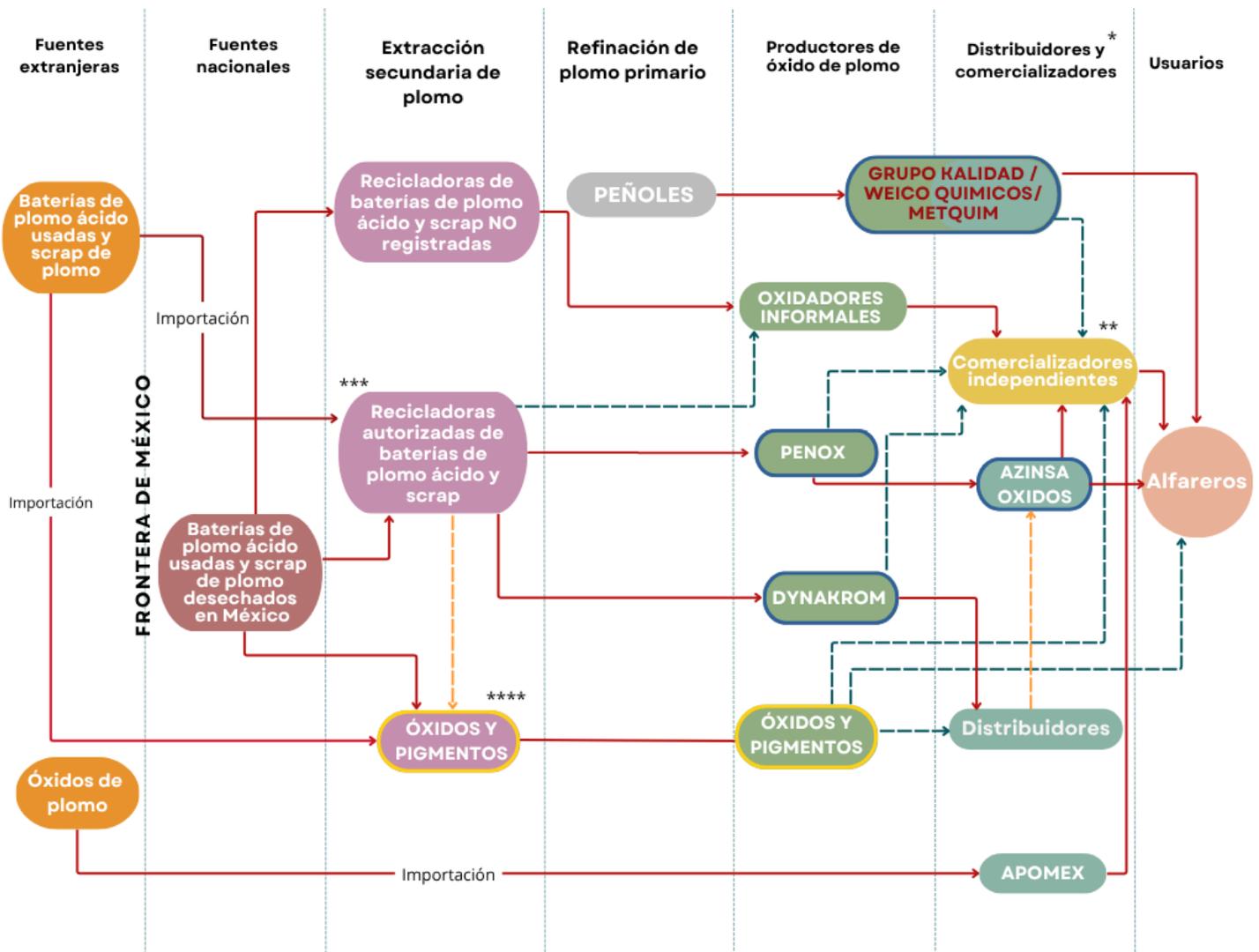


Figura 29. Fuentes de abastecimiento del óxido de plomo para la alfarería de baja temperatura Fuente: elaboración propia



Comentarios y anotaciones al diagrama:

* Distribuidores y comercializadores:

Describimos como “Distribuidores” a las tiendas que venden óxidos de plomo para los alfareros y que se proveen directa o indirectamente de las empresas fabricantes de óxido de plomo. Algunas de ellas identificadas en campo son Materiales Cerámicos Salazar y tiendas Weico entre otras.

Las empresas de esta columna representan un ejemplo ilustrativo más no limitativo de los distribuidores y comercializadores. Se cree que pueden existir más, pero no se lograron rastrear en esta investigación.

**Comercializadores Independientes:

Describimos como “Comercializadores Independientes” a las personas o familias que venden óxidos de plomo en las propias localidades alfareras, ya sea casa por casa, en los mercados locales o en casas particulares y a puerta cerrada. Mismos que muy probablemente adquieran sus productos de los “Distribuidores y Comercializadores” o

incluso de los “oxidadores informales”. Puede tratarse de alfareros organizados que realizan compras consolidadas para sus miembros.

*** Las “Recicladoras autorizadas de baterías de plomo ácido y scrap” identificadas en la investigación se encuentran en el anexo 4 como EMPRESAS DE FUNDICIÓN SECUNDARIA DE PLOMO EN MÉXICO.

**** Óxidos y Pigmentos S.A. de C.V. fue la única empresa identificada que recicla baterías, pero también oxida plomo para poner el mercado. No se sabe si hay otras recicladoras de baterías que también tengan ese doble proceso para poner óxido de plomo en el mercado abierto.

A pregunta expresa del grupo de investigación, algunas empresas productoras de óxido de plomo han manifestado que es posible adquirir su producto a partir de una tonelada mientras que otras manifiestan que también empacan costales de 25 kilos. Las empresas que se identificó que empacan en costales de 25 kilos están marcadas con un margen color AZUL (PENOX, DYNAKROM, WEICO y SUMINISTRO DE ESPECIALIDADES) Si bien la lógica permitiría pensar que los alfareros o sus proveedores (distribuidores, grupos de alfareros, vendedores independientes) no comprarían por tonelada sino por costales de 25 kilos, se ha decidido incluir en este diagrama a las empresas que venden en mayores cantidades dados los siguientes motivos:

- Por la investigación de campo realizada en los sitios de producción alfarera, se identificó que los empaques de litargirio y pigmentos de los que se abastecen, no tienen etiquetas ni ninguna información que pudiera indicar su procedencia.
- En dichas visitas también se identificó que hay vendedores independientes que recorren las comunidades y van taller por taller entregando estos insumos. Sin embargo, no fue posible charlar con alguno de estos vendedores para poder identificar el origen de sus productos.
- Se identificó un caso de un grupo de alfareros que se organizan para que uno de ellos adquiera los insumos para la fabricación de la greta y los pigmentos de todo el grupo.
- Por información proporcionada por FONART, solo los tres estados identificados de mayor producción alfarera consumen aproximadamente 400 toneladas de litargirio mensualmente, por lo que los volúmenes ameritan el pensar en economías de escala por parte de los intermediarios y un posible reempaquetado.

De acuerdo a una entrevista realizada con el personal de la empresa Grupo Kalidad / Weico Químicos (ubicada con letras rojas en el diagrama), ésta se enorgullece de producir óxido de plomo procedente de plomo refinado

de fundición primaria, lo que comenta es que esto confiere una mejor calidad el producto. Esta empresa claramente se ubica como proveedor para la industria de la cerámica / alfarería. En las búsquedas web, también se identifica como Promacesa (proveedora de materiales cerámicos S.A.), quien se describe como la división cerámica de Grupo Kalidad, con venta de mayoreo, medio mayoreo y menudeo de productos para cerámica. A pesar de ello, en la página de Grupo Kalidad no existe ninguna referencia a ello. Grupo Kalidad es además la única empresa productora de óxido de plomo que se identifica como comercializadora de sus propios productos a través de las tiendas Weico Químicos, mismas que están estratégicamente ubicadas cercanas a las comunidades de producción alfarera. Extrañamente, salvo por los alfareros entrevistados en Guadalajara, los alfareros de otras comunidades no mencionan a Weico Químicos como uno de sus proveedores.

Todos los demás oxidadores (en este diagrama Dynakrom y PENOX como ejemplos) se proveen del mercado secundario del plomo (plomo afinado/refinado proveniente del reciclaje de baterías de plomo ácido). También se han incluido los nombres de algunas empresas (de manera enunciativa pero no limitativa) que, si bien no se tiene plena claridad respecto a los destinos de su producción, fabrican el mismo óxido. Ejemplo de ello es la empresa productora de óxidos de plomo PENOX misma que es proveedora de Azinsa Óxidos y ésta a su vez es proveedora de los alfareros directa o indirectamente.

La empresa APOMEX mencionó por correo electrónico que realiza importaciones desde China.

Por su parte, la empresa OperQuim (que no aparece en el diagrama) cuenta con un esquema de seguridad en sus ventas en el que solicita a los clientes que quieran adquirir litargirio una carta explicando el uso que le darán. En la visita realizada a sus instalaciones comentaron que es un mecanismo para evitar problemas legales por el mal uso que se le pueda dar al plomo.

Se han dejado fuera de este diagrama a las empresas que proveen exclusivamente a la industria minera y los reactivos de laboratorio.

Existen también otras posibles fuentes de óxido de plomo para los alfareros, como la oxidación en sus propias instalaciones a partir de scrap, lingotes de plomo o de baterías usadas. Sin embargo, el equipo de investigación no encontró evidencia de estas prácticas en campo.

9.2 Fuentes de abastecimiento de óxido de plomo como pigmento para las industrias de los plásticos y de las pinturas.

Si bien existen otras aplicaciones para el plomo en las industrias de los plásticos y las pinturas, este diagrama solo ilustra sus fuentes de abastecimiento de óxido de plomo como pigmento. Los pigmentos de óxido de plomo que se utilizan las industrias de los plásticos y de las pinturas son los mismos, los distribuidores de óxido de plomo para pinturas también alimentan a la industria plástica. Es por eso que hemos plasmado ambos usos juntos.

Para la construcción de este diagrama se ha realizado investigación por medios electrónicos, misma que ha sido corroborada a través de visitas presenciales y comunicaciones con las empresas para solicitar información, cotizaciones y condiciones de venta.

Los resultados de la investigación se plasman en el siguiente diagrama.

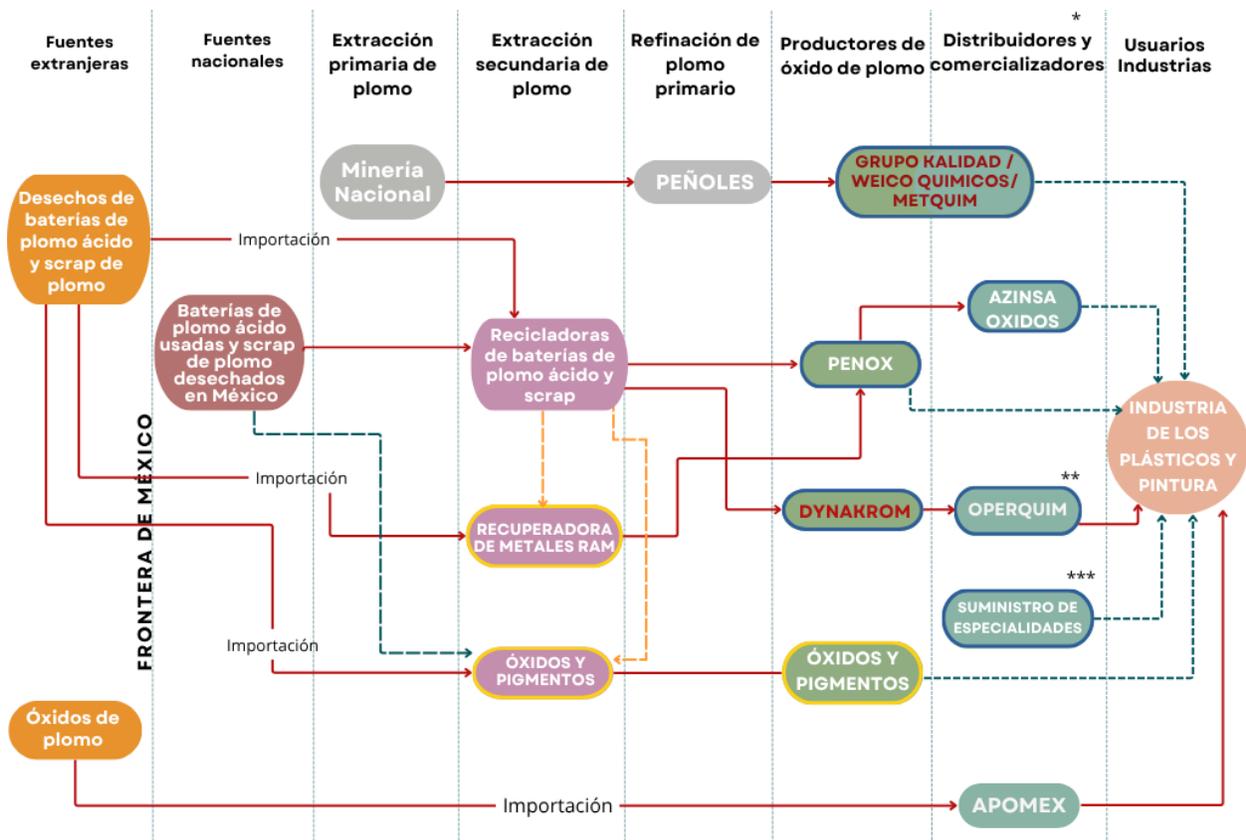


Figura 30. Fuentes de abastecimiento de óxido de plomo como pigmento para las industrias de plásticos y pinturas.

Fuente: Elaboración propia.



Comentarios y anotaciones al diagrama:

No se sabe si hay empresas recicladoras informales de baterías de plomo ácido y scrap surtiendo a los productores de óxido de plomo que proveen a la industria de los plásticos y las pinturas. Se requiere más investigación al respecto.

*Distribuidores y comercializadores: Las empresas de esta columna representan un ejemplo ilustrativo más no limitativo de los distribuidores y comercializadores. Se tiene la impresión que pueden existir más, pero no se logró rastrear más información en esta investigación.

** Dynakrom mencionó que OperQuim y Disosa son sus distribuidores de óxido de plomo en Guadalajara.

*** No se encontró a la empresa o empresas que comercializan sus productos a través de Suministros de Especialidades.

La empresa Recuperadora de metales RAM es un ejemplo de empresa recicladora que vende insumos a otras empresas productoras de óxido de plomo. En este caso, tiene una relación directa con la empresa PENOX.

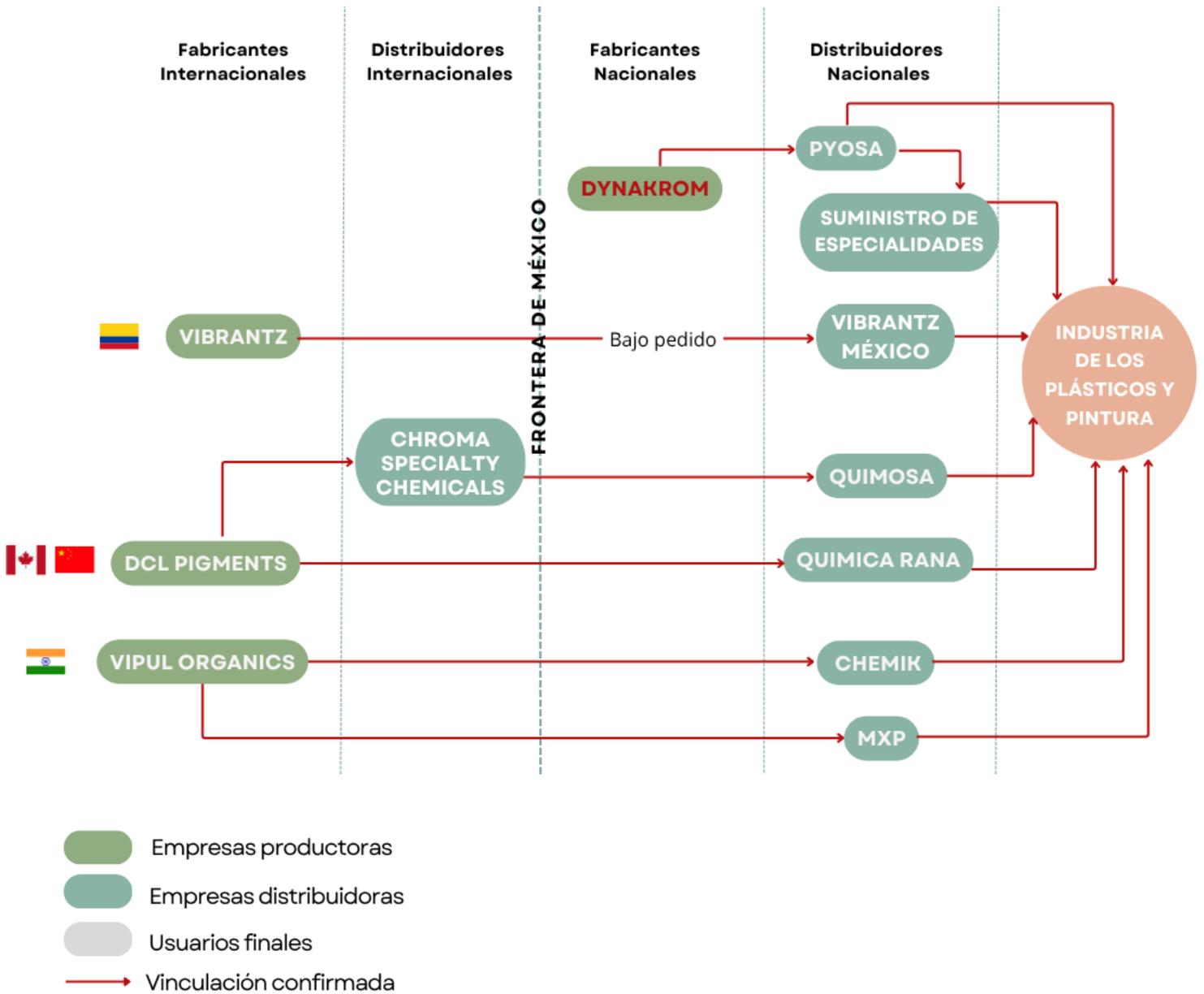
De acuerdo a las fuentes de información consultadas, se identificó a la empresa Dynakrom como el proveedor más importante de óxidos de plomo para pigmentos en México a través de sus distribuidores (marcado en el diagrama con letras rojas).

Si bien no se ha podido confirmar, es posible que Grupo Kalidad / Weico Químicos sea un proveedor de óxido de plomo para las industrias de las pinturas y los plásticos.

Se han dejado fuera de este diagrama a las empresas que proveen exclusivamente a la industria minera y los reactivos de laboratorio. Así como empresas extranjeras comercializadoras de pigmentos.

9.3 Fuentes de abastecimiento de cromatos de plomo como pigmento para las industrias de los plásticos y de las pinturas.

Consideramos que este diagrama es el que ubica más claramente a todas las posibles fuentes de abastecimiento de cromatos de plomo para ser usados como pigmentos en las industrias de los plásticos y de las pinturas en México.



Se identifica a Dynakrom como el único fabricante nacional de cromatos de plomo y a las empresas DCL, Vibrantz y Vipul Organics como los proveedores internacionales de estos compuestos al mercado mexicano. Dynakrom parece tener la mayor participación del mercado nacional (marcado en letras rojas), además de mencionar en su página electrónica que es un importante exportador de estos compuestos, especialmente para el mercado de América Latina.

En conversación telefónica con personal de Vibrantz, comentaron que por el momento solo se importan cromatos de plomo a México bajo pedido, mismos que son fabricados en Colombia.

Hasta fechas recientes DCL pigments, producía los pigmentos Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104) en sus propias instalaciones, pero en conversación con personal de la empresa, se nos informó que ya no los produce, sino que ahora los compra a un productor en China.

También se identifica a Vipul Organics, empresa india especializada en la fabricación y exportación de productos químicos, especialmente de pigmentos, como proveedor de cromatos de plomo para el mercado mexicano. Distribuyen sus productos en México a través de las empresas mexicanas MXP Pigmentos y Colorantes y Chemik SA DE CV.

9.4 Breve reseña de las empresas involucradas en la cadena de suministro de óxidos y cromatos de plomo en México

En este apartado se describen brevemente a algunas de las empresas más representativas identificadas en esta investigación como productoras, importadoras, distribuidoras y comercializadoras de óxido y cromatos de plomo. Se listan en orden alfabético.

APOMEX Y ABASTECEDORA DE METALES Y DERIVADOS, S.A. DE C.V.

Empresas hermanas mexicanas ubicadas en Hacienda Guadalupe, NL. Comercializan metales no ferrosos, metales menores, aleaciones (estaño-plomo), babbits, soldaduras, productos químicos y tierras raras, nacionales y de importación para las industrias del plástico, automotriz, textil, conductores eléctricos, vidrio, petróleo y otros.

Dentro de sus productos con contenido de plomo, comercializan lingotes de plomo metálico puro o aleaciones de plomo – calcio, plomo – plata y plomo – antimonio, entre otros, lingotes de plomo de horno, soldaduras estaño-plomo-antimonio- cobre-plata, y babbits base estaño plomo. En la página de APOMEX también se indica que comercializa litargirio (óxido de plomo II) en grado químico, para síntesis de compuestos o aplicaciones que requieren alta pureza y PbO grado técnico para uso en aplicaciones que no requieren de alta pureza.

En conversación con el vendedor de la empresa, éste señala que el litargirio lo importa de China en pallets de 1000 kilos y en esa presentación lo comercializa para cualquier uso aplicable. Su precio actual es de 3150 usd por tonelada. APOMEX Tiene oficinas en puntos estratégicos del mundo (Estados Unidos, Canadá, China, India, Bolivia y México).



Figura 32. Foto de producto - Litargirio. Fuente: correo electrónico de Abametales.

AZINSA OXIDOS S.A. de C.V.

Azinsa óxidos inicia sus operaciones en el año de 1959 en la zona conurbada de la Ciudad de México, consolidándose como una empresa líder en el mercado nacional especializado en la producción de óxido de zinc, polvo de zinc y derivados de plomo.

En su página electrónica se indica que vende litargirio amarillo fino y litargirio para baterías en sacos de papel de 25 kg. individuales, en tarima de 1,250 kg o supersacos de polipropileno de 500 kg. En su perfil de LinkedIn mencionan que venden adicionalmente minio y tetróxido de plomo. Es distribuidor de PENOX. Tiene instalaciones en Tlalnepantla Edo. México, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, y en el Salto, Jalisco.

Se identificó que la empresa Materiales Cerámicos Salazar, distribuidores cerámicos en la ciudad de Dolores Hidalgo, Guanajuato, vende óxido de plomo marca Azinsa.



Figura 33. Planta de Azinsa Óxidos. Fuente: azinsaoxidos.com.mx

CHEMIK SA DE CV

Distribuidora de Vipul Organics. Es una empresa mexicana con más de 40 años de experiencia en el abastecimiento de materias primas principalmente en las industrias de pinturas, recubrimientos, tintas, adhesivos, y plásticos. Tiene oficinas y centros de distribución en Guadalajara, Ciudad de México y Monterrey, donde se ubica su oficina matriz.

CHROMA SPECIALTY CHEMICALS

Chroma Specialty Chemicals es una empresa con oficinas en Ontario, Canadá y North Yorkshire, Reino Unido. Fue fundada y es dirigida por Mark Vincent quien fue el dueño y director general de DCC, (actualmente DCL) misma que fue vendida a H.I.G. Capital en el año 2016. Por diferencias en la visión de negocios, en el año 2019 Vincent se retira de la empresa y funda Chroma Specialty Chemicals. Chroma Specialty Chemicals suministra una amplia gama de pigmentos, tintes y productos químicos especiales para recubrimientos, plásticos, tintas y muchas industrias relacionadas. Entre ellos, comercializa los cromatos Amarillo Cromo PY34 y Naranja Molibdato PR104 de la empresa DCL Pigments. Tiene almacenes en Norteamérica, Europa y Asia. Es el proveedor de Química del Oeste S.A. (QUIMOSA) en México para estos pigmentos.

DCL CORPORATION

DCL CORPORATION es una empresa global de pigmentos y dispersiones de color para las industrias de recubrimientos, plásticos y tintas en todo el mundo con sede en Toronto, Canadá fundada en 1946. Opera cinco plantas de fabricación en Canadá, Reino Unido y los Países Bajos y múltiples centros de investigación y desarrollo en todo el mundo. Hasta fechas recientes producía los pigmentos Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104). Por conversación con personal de la empresa, se nos indica que ya no los produce, sino que ahora los compra a un productor en China.

DCL fue la única empresa que solicitó a la Unión Europea una autorización para utilizar sulfocromato y molibdato de cromato de plomo para pinturas de señalización vial y una variedad de otras aplicaciones argumentando falta de sustitutos para esas aplicaciones mismos usos que están restringidos por el Reglamento REACH. En julio del 2016, el



Figura 34. Stand DCL Corporation. Fuente: <https://dcl-corporation.breezy.hr/>

comité REACH le concedió la autorización para seis usos diferentes. Los pigmentos de plomo fueron autorizados para su uso en recubrimientos y plásticos destinados a uso industrial durante siete años más y los pigmentos de plomo en pintura de tráfico por cuatro años más.

En octubre del año 2016, varias organizaciones civiles solicitaron a la Comisión Europea que reconsiderara esta autorización argumentando que el ejecutivo de la UE tenía "pruebas claras" que demostraban la disponibilidad de alternativas, pero aun así concedió la autorización. La Comisión Europea se negó a revisar la autorización, lo que obligó a la coalición a llevar el caso ante los tribunales de la UE. En noviembre de ese mismo año, Suecia llevó a la Comisión ante el Tribunal de la UE, argumentando que "la Comisión sabía que el uso de cromatos de plomo se había eliminado casi por completo en varios estados miembros y que hay muchas alternativas disponibles a los cromatos de plomo".

Para marzo del 2019, el Tribunal General de la UE dictaminó que la decisión de la Comisión Europea de permitir a la empresa vender pigmentos para pinturas que contienen cromatos de plomo en la UE era ilegal y debería tener efectos inmediatos la suspensión de la venta de dichos pigmentos (Evisa, 2019).

DCL (anteriormente DCC) ahora forma parte de Pigments Services Inc., una empresa administrada y propiedad de la firma estadounidense de capital privado Blackstone.

Química Rana y Química del Oeste SA de CV (QUIMOSA) venden los pigmentos Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104) de DCL en México, mismos que no se le permite vender en la UE.

DYNAKROM S.A.P.I. de C.V.

Empresa mexicana con planta y oficinas corporativas en la colonia Bellavista en Monterrey, Nuevo León y oficinas comerciales y almacenes en la Ciudad de México, Guadalajara y Hermosillo. Nace de una escisión de la empresa PYOSA en el año 2016 y se enfoca en la producción de pigmentos inorgánicos de plomo-cromo, óxido de plomo II (litargirio) a partir de plomo refinado de baterías de plomo ácido, nitratos de plomo y pintura termoplástica.



Figura 35. Planta Dynakrom.
Fuente: Dynakrom.com

Es el único fabricante en México de pigmentos de cromo y se especializa en la fabricación de pigmentos Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104) para aplicación en pinturas, plásticos y tintas, siendo el principal proveedor de éstos en el mercado mexicano. Los fabricantes de pintura y de plásticos más importantes en el país son sus clientes.

En su página detalla que el litargirio se utiliza en procesos de lixiviación de metales preciosos en la minería, en la fabricación de fritas y esmaltes en aplicaciones de vidrio y cerámica, como estabilizador en recubrimientos de cables eléctricos en forma de sulfato de plomo, en la fabricación de estabilizadores de PVC (cables eléctricos, tubería rígida y flexible), en la fabricación de pigmentos y de baterías de tipo industrial y automotriz. También señala que el proceso de fabricación de su litargirio es mayormente a partir de plomo de baterías recicladas, por lo que su producción resulta "amigable con el medio ambiente". Por comunicación con la empresa, se sabe que el litargirio lo vende en presentaciones de 25 kilos o por tonelada y que la tonelada de litargirio se comercializa actualmente en 73 mil pesos, pero indica que no lo comercializa para uso en alfarería sino para pigmentos. Vende PbO en Grado Químico y Grado Técnico.

PYOSA, es su distribuidora de Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104) para México.

En una llamada telefónica, el personal de Dynakrom informó que los distribuidores de sus óxidos de plomo en Guadalajara, son OperQuim y Disosa, sin embargo, en las páginas electrónicas de estas empresas no se ubica este producto. En llamada telefónica, Disosa comenta que no vende litargirio, OperQuim solicita saber el uso que el comprador le dará al litargirio, para evitar problemas por el mal uso del producto.

Los pigmentos de Dynakrom se comercializan en más de 20 países alrededor del mundo y tiene una fuerte presencia en Latinoamérica. Tiene distribuidores en Brasil, Argentina, Chile, Perú, Ecuador, Colombia, Guatemala, Costa Rica, República Dominicana y Turquía.

GRUPO KALIDAD

GRUPO KALIDAD cuenta con dos divisiones: PRODUCTOS VETERINARIOS KALVET S.A. de C. V. y WEICO QUÍMICOS S. A. de C. V.

A su vez WEICO QUÍMICOS S. A. de C. V. cuenta con tres divisiones:

- División industrial, que se dedica a la importación y exportación de productos químicos industriales y materias primas para uso industrial y cuenta con una amplia gama de productos inorgánicos y orgánicos.
- División cerámica, que cuenta con una amplia variedad de materiales para la elaboración de cerámica abarcando principalmente la venta a mayoreo, medio mayoreo y menudeo de pastas cerámicas para baja, media, alta temperatura; esmaltes para baja y alta temperatura; fritas y colores cerámicos y vidrio a base de cobalto, cadmio, cromo, cobre, plomo, entre otros.
- División farmacéutica, misma que cuenta con tecnología e instalaciones de punta para producir medicamentos humanos con estándares internacionales y precios accesibles para la sociedad.

La planta de Weico Químicos se localiza en Villagrán Guanajuato, cercana a instalaciones de Vibrantz (antes Ferro Mexicana). De acuerdo a información obtenida por entrevista, Ferro Mexicana vendió parte de su operación en Villagrán a Grupo Kalidad. La entrevistada relató que en esa planta se reciben las piedras de mineral de plomo, mismas que se transforman en plomo afinado (refinado). Esta información contrasta con lo reportado por Grupo Peñoles, el cual se reconoce como la única empresa que afina plomo primario en América Latina.



Figura 36. Corporativo mexicano integrado por WEICO QUÍMICOS, S.A. DE C.V. y PRODUCTOS VETERINARIOS KALVET, S.A. DE C.V. Fuente: grupokalidad.com.mx

La empresa produce litargirio mismo que comercializa junto con fritas y colores cerámicos a base de plomo en sus propias tiendas.

Tienen oficinas en Tetepilco Ciudad de México y sucursales de comercialización en Xalostoc Estado de México, Tehuacán Puebla, Cuernavaca Morelos, Dolores Hidalgo Guanajuato, y Tonalá Jalisco, estratégicamente cercanas a centros alfareros importantes en el país.



Figura 37. Sacos de litargirio expuestos para venta en WEICO Tonalá. Fuente: elaboración propia.

En una visita realizada a su sucursal de Tonalá, Jalisco se identificaron sacos de litargirio para la venta a los alfareros (sin ninguna etiqueta) así como otros componentes como el celite, alúmina y sílice entre otros productos, para que el propio alfarero pueda hacer sus preparados de greta.

El costo de 25kg de litargirio lo comercializa en \$3,325. En una entrevista de campo, un alfarero refirió a Weico como su proveedor. Asimismo, la persona a cargo de la sucursal comentó que su litargirio se produce de plomo afinado primario y no de baterías recicladas, lo que, de acuerdo a la entrevistada, le confiere una mejor calidad para su uso en alfarería.

De acuerdo a esta investigación, Grupo Kalidad, a través de sus tiendas Weico, es uno de los principales proveedores de óxido de plomo para los alfareros mexicanos.

KOPRIMO S.A. DE C.V.

Empresa con más de 40 años de experiencia que se dedica a la importación, envase, almacenamiento y entrega de una amplia gama de productos químicos para múltiples sectores industriales. Vende litargirio con enfoque en la industria minera y metalúrgica. Tiene su centro de distribución en Toluca y tiene bodegas y oficinas en Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara y Mexicali.

MANUCHAR

Manuchar, con sede central en Amberes, Bélgica, es un distribuidor líder de productos químicos en mercados emergentes. Mueve 4,0 millones de toneladas métricas de mercancías generando ventas 2.400 millones de dólares. A nivel local, están activos en más de 40 países y en más de 160 localidades. En todo el mundo, Manuchar emplea a más de 2.800 profesionales. Manuchar México tiene su sede en Monterrey Nuevo León y cuenta con una red de operaciones en todo el país mediante la vinculación de los mayores puertos, fronteras terrestres y 8 almacenes estratégicamente ubicados.

Vende Óxido de plomo en su rama de productos para minería y vende colorantes para vidrio y cerámica.

MXP Pigmentos y Colorantes

Empresa mexicana fundada en el año 2000 con sede en Nuevo León. Es importador y distribuidor de la marca Vipul Organics en pigmentos y colorantes para diversas industrias como la alimenticia, plástico, textil, farmacéutica, curtido, agricultura, pintura, tintas, detergentes, etc.

ÓXIDOS Y PIGMENTOS MEXICANOS S.A. de C.V.



Figura 38. Planta de Óxidos y Pigmentos Mexicanos. Fuente: *Google maps*.

Empresa ubicada en Tijuana Baja California. ÓXIDOS Y PIGMENTOS MEXICANOS S.A. de C.V. tiene autorización de SEMARNAT para el reciclaje de Baterías de plomo ácido (BPAU) de automóviles, camiones, así como las que se utilizan en aplicaciones industriales comerciales e institucionales y otros residuos con contenido de plomo tales como: plomo antimonial, el cual está presente en rejillas, terminales y postes; óxidos de plomo los cuales son parte de la pasta de fabricación de batería de plomo ácido.

La información recabada relaciona a Óxidos y Pigmentos con otras empresas: Grupo ANSA (Acumuladores del Noroeste, S.A. de C.V.) que inicia operaciones en 1975, con la empresa Metales y Derivados de Tijuana S.A. de C.V. como fundidora de plomo y, posteriormente, cambia de nombre a Óxidos y Pigmentos Mexicanos, S.A. de C.V. Actualmente Ansa México S.A. de C.V. es una planta de producción de acumuladores automotrices, marinos, de carro de golf y para tracción.

Acumuladores Del Noroeste, S.A. De C.V. se ubica en una dirección distinta a Óxidos y Pigmentos Mexicanos, S.A. de C.V. pero también en Tijuana, B.C., Dentro de este grupo de empresas, también se creó en Estados Unidos de Norteamérica, la empresa Medosa INC, encargada de la comercialización en Estados Unidos y Canadá.

Es un grupo de empresas dedicadas a la fabricación de plomo, óxidos de plomo, plásticos y acumuladores de plomo ácido a partir del reciclaje de baterías.

En conversación con un representante de la empresa se le preguntó si vendían óxido de plomo para un grupo de alfareros, y respondió que sí, a partir de una tonelada.

PENOX

Empresa global inicialmente fundada como Penarroya Oxide Group. Es uno de los productores más grandes del mundo de óxidos de plomo (Óxido de Plomo, Litargirio y Minio). Tiene plantas en Corea, México, Alemania y España. PENOX es el líder europeo en el mercado del óxido de plomo.

En 1994 PENOX nació de la fusión de las actividades de óxido de plomo de Heubach & Lindgens y Metaleurop. Amplió sus actividades en América del Norte en 1996 mediante el desarrollo de una empresa conjunta con Pyosa S.A. de CV en Monterrey, México. En el 2006 PENOX compró todas las acciones de su socio Pyosa y trasladó la operación cerca de Monterrey, en Dr. González. Desde entonces, esta fábrica ha sido una de las instalaciones de producción de óxido de plomo más modernas de América. De acuerdo a una Manifestación de Impacto Ambiental (SEMARNAT, 2019) presentada en el año 2019, su capacidad de producción aumentó de 37,451 a 47,577 Tons/año.

Las instalaciones de México producen litargirio en un proceso de oxidación de dos pasos, mismo que puede utilizarse para vidrio, cerámica, minería y otras aplicaciones químicas. Vende en presentaciones de 25 kg. o en sacos de tonelada.

Recuperadora de Metales RAM, S.A. de C.V. les provee plomo afinado.

PYOSA S.A. de C.V.

Empresa mexicana fundada en la década de 1940 por Rafael Fernández Saldaña, es la empresa distribuidora de Dynakrom en México de Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104). Adicionalmente PYOSA produce y vende pigmentos, colorantes, resinas, aditivos, cargas y productos para la industria metalmeccánica. Sus oficinas corporativas se ubican en la colonia Bellavista, en Monterrey, Nuevo León. Tiene sucursales en Ciudad de México, Guadalajara, Puebla, San Luis Potosí, Mérida y León y tiene presencia internacional.

La empresa fue denunciada en 1999 por haberse detectado altos niveles de plomo en la sangre de 120 niños en las inmediaciones de su planta que entonces se encontraba en San Nicolás de los Garza y procesaba plomo (El Horizonte, 2020).

Fue socio de PENOX entre los años de 1996 y 2006. Dynakrom surge de una escisión de PYOSA en el año 2016 para enfocarse en la producción de pigmentos inorgánicos de plomo-cromo, óxido de plomo II (litargirio) a partir de plomo refinado de baterías de plomo ácido, nitratos de plomo y pintura termoplástica.

QUÍMICA DEL OESTE, S.A (QUIMOSA)

Empresa fundada en 1973, con oficinas en Guadalajara y la Ciudad de México. Distribuye Sulfocromato de plomo – amarillo cromo (PY34) y Sulfato de molibdato rojo (PR104) mismos que adquiere de Chroma Specialty Chemicals. La página de DCL señala que Química del Oeste, S.A./Chroma Specialty Supplier es uno de sus dos distribuidores en México.

QUÍMICA RANA S.A. de C.V.

Química Rana S.A. de C.V. fue fundada en 1990 y se dedica a la distribución, mercadeo y venta de todo tipo de productos químicos y materias primas para la industria; incluyendo la proveeduría de asistencia técnica a las industrias de pintura, plástico, tintas, alimentos, cosmética, farmacéutica, aceites, lubricantes, cerámica, papel, hule, resinas, textiles, construcción, agricultura, etc. Es distribuidor de DCL en México para cromatos de plomo. Tiene sucursales en Monterrey, Xalostoc Estado de México, Guadalajara, Tijuana, San Francisco del Rincón Guanajuato, Puebla, Chihuahua, y San Luis Potosí.

Suministro de Especialidades, S.A. de C.V. fue fundada en 1990, con el objeto de atender las necesidades de Óxido de Zinc, Hules Naturales y Neopreno de los clientes de la Industria Hulera, Adhesivos y Pinturas, ubicados en la zona metropolitana de la Ciudad de México y estados limítrofes. Vende óxido de plomo (litargirio) en 4.32 usd el kilo y en sacos de 25 kilos. Comercializa sulfocromato de plomo (PY34) en sacos de 25 kilos que le provee Pyosa. Cuenta con instalaciones en la Ciudad de México, Zapopan, Jalisco y Escobedo, Nuevo León.

VIBRANTZ TECHNOLOGIES INC.

Vibrantz technologies surge de la unión de las empresas Prince, Ferro y Chromaflo Technologies en el año 2022 y tiene sus oficinas centrales en Houston, Texas, EUA.

VIPUL ORGANICS LIMITED

Vipul Organics Limited es una empresa de la India fundada en 1968, especializada en la fabricación y exportación de productos químicos especiales, principalmente pigmentos. Su sede se localiza en Bombay y cuenta con varias plantas de producción en las provincias occidentales de India. Exporta a más de 45 países, consolidándose como un actor global en la industria de colorantes y pigmentos. Para su distribución en Latinoamérica cuenta con una relación comercial con MXP Pigmentos y Colorantes, empresa mexicana ubicada en Nuevo León que se encarga de la representación y distribución de los pigmentos y colorantes de Vipul Organics y con CHEMIK SA de CV.

Prince Manufacturing Co.

Se estableció en 1850 para suministrar colorantes y aditivos a la industria de los ladrillos de Norteamérica, en la década del 2000 adquirió los activos de American Minerals, un proveedor de aditivos de ingeniería y soluciones de materias primas para diversos mercados finales, en la década del 2010 Prince se convirtió en líder mundial en productos químicos de manganeso con la adquisición del negocio de productos químicos de manganeso Erachem.

Ferro

En la década de 1920 Ferro Enameling Co. se conformó para vender fritas y productos de servicios. Para la década de 1950 Ferro perfeccionó un proceso de fabricación de fritas más seguro y eficiente y creó el primer gelcoat, un revestimiento plástico duradero que se convirtió en el material de construcción estándar para embarcaciones. En la década de 1960 Ferro ingresó al mercado del color del vidrio y a la industria cerámica de alta temperatura.

Chromaflo

El Grupo Colortrend se fundó en la década de los 1920 's para suministrar tecnología de colorantes a los mercados de revestimientos industriales y decorativos. En la década de 1970 surge Plasticolors Inc. ofreciendo los primeros colorantes líquidos para plásticos termoestables. En la década del 2010 el Grupo Colortrend se fusionó con Plasticolors para formar Chromaflo Technologies. Chromaflo introdujo colorantes de alto contenido biológico para plásticos y revestimientos industriales.

Vibrantz es el principal fabricante de aditivos químicos y minerales especiales para una amplia gama de aplicaciones. La empresa es líder a nivel mundial en pigmentos, dispersiones y colorantes dando servicio a los mercados de pinturas, revestimientos, plásticos termoestables, termoplásticos y construcción residencial y

comercial y ofrece recubrimientos funcionales para vidrio y esmalte de porcelana para aplicaciones industriales, automotrices y decorativas.

Da servicio a los mercados de baterías, componentes electrónicos, protección y construcción de micronutrientes para animales y cultivos, pigmentos en polvo seco y colorantes líquidos para pinturas y revestimientos, termoestables, termoplásticos y tintas y revestimientos de vidrio de alto rendimiento y soluciones de esmalte de porcelana. Produce los pigmentos Amarillo Cromo (PY-34) y Naranja Molibdato (PR-104) fuera del país y los vende en México bajo pedido.

Tiene 64 plantas de manufactura en todo el mundo, 3 se encuentran en México: en el Marqués Querétaro se encuentra la planta que antes era de Chromaflo. En Tampico Tamaulipas se ubica la ex planta de Prince y en Villagrán Guanajuato la de ex Ferro. En esta última sede se encuentran las oficinas centrales de Vibrantz en México. En la planta de Guanajuato, Vibrantz (antes Ferro mexicana) es vecino de la empresa Grupo Kalidad misma a la que, de acuerdo a información obtenida por entrevista con la responsable de la sucursal ubicada en Tlaquepaque Jalisco, se le vendió parte de la operación.

La empresa norteamericana de capital de riesgo American Securities es la propietaria de Vibrantz.

Otras posibles fuentes de abastecimiento.

No se puede dejar de mencionar que a través de búsquedas electrónicas se identificaron otros proveedores internacionales de óxidos y compuestos de plomo, sin embargo, estas fuentes, a pesar de ser las principales respuestas en las búsquedas en la web, su importación o compra no parece ser muy confiable. Se desconoce la magnitud de este mercado.

La siguiente tabla lista otras posibles fuentes de estabilizantes con plomo para PVC. Se considera pertinente presentarlos, ya que los resultados obtenidos en esta investigación revelan que los estabilizantes de plomo para PVC no se encuentran fácilmente a la venta en México en la actualidad, mientras en internet parecen estar disponibles.

ESTABILIZANTES DE PLOMO PARA PVC		
ACTIVIDAD QUE DESEMPEÑAN	EMPRESA	UBICACIÓN
Productores	Shandong Novista Chemicals Co., Ltd (Novista Group)	China
	Loyal PVC additives	China
	Freedom ChemTech New Delhi	India
	Stabplast Chemo	India
	WSD Chemical	China
	Platinum Industries Ltd.	India
Ventas Web	India Mart	
	Alibaba	

Tabla 17. Empresas de estabilizantes de plomo para PVC.

Fuente: elaboración propia con datos públicos de las empresas.

De la misma manera que los estabilizantes de plomo para PVC, en internet también se pueden encontrar sitios de empresas o de venta de óxidos de plomo desde otros países. La siguiente tabla lista los resultados más frecuentes de las búsquedas de información por este rubro, así como los países de las empresas que los comercializan.

Óxidos de plomo		
ACTIVIDAD QUE DESEMPEÑAN	EMPRESA	UBICACIÓN
Productores	American elements	Estados Unidos
	Stanford materials	Estados Unidos
	Galaxy Pigments Pvt. Ltd.	India

Tabla 18. Empresas extranjeras que venden óxidos de plomo. Fuente:

elaboración propia con datos públicos de las empresas.

10. Sustitutos a los compuestos de plomo

A continuación, se explican y listan los sustitutos a los compuestos de plomo existentes en el mercado para las tres industrias de interés, mismos que dan cuenta de la factibilidad de opciones a la proveeduría de los compuestos de plomo.

10.1 Sustitutos a los compuestos de plomo para la industria de pinturas

Las alternativas a los compuestos de plomo en la fabricación de pinturas son ampliamente utilizadas desde hace años.

El documento Replacement of lead pigments in solvent based decorative paints (2015) publicado por IPEN y Safinah Ltd, ofrece una buena guía de parámetros técnicos generales para sustituir el plomo y sus compuestos en las pinturas. Dicho documento señala que no hay reemplazos 1:1 disponibles para los cromatos de plomo PY 34 o PR104 dado que las formulaciones de pintura que contienen pigmentos con plomo, también pueden contener otros pigmentos que contribuyen al color final. Por ejemplo, las pinturas decorativas suelen contener dióxido de titanio. El proceso de sustitución es posiblemente complejo, pero técnicamente posible, y es posible que haya más de una manera de hacerlo.

Recientemente, en el año 2022, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, publicó unas nuevas Directrices Técnicas para la Reformulación de Pinturas con Plomo para ayudar a abordar tanto las limitaciones de capacidad como los obstáculos técnicos en la sustitución de los compuestos de plomo en las pinturas, con especial atención a las necesidades de las pymes para la reformulación eficaz y eficiente de la pintura. Esta guía cuenta con amplia información técnica respecto a sustituciones uno a uno (PNUMA, 2022).

En México hay disponibles una amplia variedad de proveedores de pigmentos libres de plomo como Clariant, BASF SE, Heubach gmbh, Sudarshan entre otros. Como prueba de su extenso uso, el estudio *Plomo en pinturas a base de solventes para uso doméstico en México*, realizado en el 2018 demuestra que más del 50% del total de las muestras de pintura analizadas, no contenían plomo.

Marcas internacionales como PPG/ COMEX han logrado eliminar totalmente el uso del plomo en todas sus variedades de pinturas y recubrimientos, lo que es prueba de que ya hay un amplio desarrollo de alternativas al plomo para todas las aplicaciones en las pinturas.

10.2 Sustitutos de estabilizantes y pigmentos de plomo para la industria de plásticos

Como alternativa a los estabilizantes de sal de plomo para el PVC se emplean otros compuestos metálicos. Los estabilizantes de calcio y zinc representan una opción viable gracias a su estabilidad térmica y su inocuidad, incluso estos son más resistentes en presencia de sulfuro que los estabilizadores de sal de plomo. Otra alternativa son los estabilizantes de estaño orgánico, como el tioglicolato de estaño.

En la búsqueda de información respecto a la proveeduría de aditivos con plomo como estabilizantes para PVC en México, no se encontró a ninguna empresa (entre mediana y grande) que los comercializara.

Por el contrario, se identificaron varias empresas que promocionan aditivos libres de plomo para este mercado, incluso enfatizando la prohibición de estos compuestos en otros países y los riesgos para la salud asociados al plomo. Entre las empresas identificadas destacan las siguientes: Chemical Additives de México, Química Iberoamericana S.A. de C.V., Macropol y Recined S.A.S. Cuando se contactó a esta última empresa, la persona encargada de atención a clientes mencionó que en general en la industria de los plásticos en el país se está trabajando por la eliminación del uso de compuestos de plomo debido a las regulaciones y los daños a la salud. También ofreció alternativas de aditivos libres de plomo como estabilizantes de estaño y de calcio-zinc, que, según la empresa, son los sustitutos ideales al plomo.

La empresa LANXESS produce aditivos para la industria plástica que contienen minio y litargirio (Rhenogran® Pb3O4-80 y Rhenogran® PbO-80), sin embargo, en llamada telefónica mencionaron que estos productos no los comercializan en México, solo bajo pedido.

La información anterior da cuenta de que la comercialización de estabilizantes de plomo para PVC está en proceso de desaparecer en el país.

En el caso de los sustitutos para los pigmentos de óxido y cromatos de plomo para la industria de los plásticos, aplican alternativas libres de plomo similares que en las pinturas.

10.3 Sustitutos a los óxidos de plomo para la industria de la alfarería

El Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías ha realizado enormes esfuerzos para que la industria de los esmaltes en México desarrolle productos alternos libres de plomo para su uso en alfarería de baja temperatura. Al año 2021, FONART lista a las siguientes empresas que han desarrollado esmaltes libres de plomo para hornos artesanales:

Nombre	Contacto	Clave de esmalte
Esmaltes y Colorantes Cerámicos, SA de CV (EYCCSA)	Vía Monterrey-Matamoros 601 Los Morales, CP. 66480 San Nicolás de los Garza. NL: México Tel. (81) 8132-325 ksanchez@gtrebol.com https://www.eyccsa.com/	EY/10300
SICER MX S DE RL DE CV	Carretera Monterrey - Monclova, km 7.1. Int. 7018, Parque Industrial Stiva El Jaral 66550 El Carmen Nuevo León, México Tel. 81 1112 00 87 al (89)	SPM/4549
Procerama SA de CV	3RA. AVENIDA 204. SIDERÚRGICA Y ELECTRÓNICA GRAL ESCOBEDO CENTRO GENERAL ESCOBEDO N.L Tel. 81 8384-8940 Fax: +52 81 8384-8940	PF-200/PR-800
DAL-TILE MEXICO, S.A DE C.V. (Macesa)	DIVISIÓN MATERIALES CERÁMICOS SAN PEDRO GARZA GARCÍA, N.L. C.P. 66230 Daltile México Ventas / Técnico: Héctor Reyes Valladares Tel: (81) 8124 8202	MC097/MC-03a
Cerámicos San José	Antoine Lavoisier N.º 35, Col. El nopalito, C.P. 54800 Cuautitlán, México Tel. 5552723407	Ecot.300 / Ecot-301 / Ecot-330 / Ecot-327 / Ecot-301
Ferro Mexicana S.A. de C.V.	Calle San Juan 473, Amp. San Juan de Aragón, Gustavo A. Madero, 07460 Ciudad de México Tel. 55 50 90 7200/55 50 90 72 27/5550 90 72 60	Esmalte Artesanal
Torrecit México S.A. de C.V.	Autopista de cuota Monterrey - Laredo Km. 26+600, #0, Int. 0, Parque Industrial Nacional, Localidad económica. General Zuazua, Nuevo León México CP: 65550	TORRECIT SIN PLOMO

Tabla 19. Fabricantes de esmalte cerámico de acuerdo a la norma. Fuente: FONART, 2021.

Los esmaltes libres de plomo que funden a baja temperatura contienen mezclas de óxidos en diferentes proporciones entre los que se incluyen los siguientes:

Na_2O , CaO , Al_2O_3 , B_2O_3 , SiO_2 , MgO , BaO , Al_2O_3 , B_2O_3 , ZrO_2 , SiO_2 , B_2O_3 , SrO_2 , ZnO , K_2O .

El fundente más comúnmente utilizado como alternativa al plomo es el boro, que se presenta en diversas formulaciones de fritas.

A continuación, a partir de las fichas técnicas que se lograron recopilar por el equipo de investigación de algunas empresas y a manera de ejemplo, se listan algunos esmaltes fritados para aplicaciones de baja temperatura, su descripción de componentes y grados de fusión.

Cerámicos San José

Esmalte	Descripción del esmalte	Componentes	Fusión
Ecot-201	Blanco brillante	No hay información	Intervalo de fusión de 1,030 a 1,050 °C
Ecot-300	Transparente	SiO_2 , B_2O_3 , CaO , Na_2O , K_2O , ZnO	Amplio intervalo de fusión de los 800 a 1,000°C
Ecot-301	Coloreado verde	No hay información	Amplio intervalo de fusión de los 780 a 800°C
Ecot-304	Transparente brillante	No hay información	Intervalo de fusión de 1,005 a 1,030°C
Ecot-327	Transparente resistente a los ataques químicos de ácidos débiles	SiO_2 , B_2O_3 , CaO , Al_2O_3 , Na_2O , SrO_2 , ZnO	Amplio intervalo de fusión de los 870 a 1,050°C
Ecot-330	Transparente resistente a los ataques químicos de ácidos débiles	SiO_2 , B_2O_3 , CaO , Al_2O_3 , Na_2O , SrO_2 , ZnO	Amplio intervalo de fusión de los 850 a 1,000°C

Tabla 20. Esmaltes libres de plomo de Cerámicos San José. Fuente: elaboración propia con información de la empresa.

Ferro Mexicana

La siguiente lista presenta las fritas comerciales de Ferro Mexicana (ahora Vibrantz) distribuidas por Productos Químicos José Francisco de Santiago Vital (DESAM) en Tlaquepaque, Jalisco.

Esmalte	Descripción del esmalte	Componentes	Fusión
Esmalte transparente 11295-P	Esmalte transparente brillante	Na ₂ O, Ca ₂ , Al ₂ O ₃ , B ₂ O ₃ , SiO ₂	Horno tradicional 1030 a 1060 °C
Esmalte transparente 8984-108	Esmalte transparente brillante	Na ₂ O, Ca ₂ , CaO, MgO, BaO, Al ₂ O ₃ , B ₂ O ₃ , ZrO ₂ , SiO ₂	980°C bicocción tradicional
Esmalte F113 7	Esmalte artístico blanco brillante	B ₂ O ₃ , Na ₂ O, Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , K ₂ O, CaO, ZrO ₂	1000°C +/- 5°C

Tabla 21. Esmaltes de Ferro Mexicana.

Fuente: elaboración propia con datos de fichas técnicas obtenidas en tiendas de esmaltes cerámicos.

En una de las visitas a un taller de alfarería de Guadalajara, una de las alfareras compartió información respecto a las fritas libres de plomo más comúnmente utilizadas, su descripción de uso y componentes. Mencionó que las de la marca Ferro Mexicana son las más utilizadas.

Nombre de frita	Descripción	Componentes
Ferro 3110	Se utiliza para reducir la temperatura de fusión y mejorar la viscosidad de los esmaltes cerámicos. El sodio y el calcio actúan como fundentes, facilitando la fusión de los componentes de la frita y mejorando su adherencia a la superficie cerámica.	Sodio/Calcio
Ferro 3124	El calcio y el boro ayudan a controlar la expansión térmica, mientras que el sodio actúa como fundente, mejorando la fluidez de la frita durante la cocción.	Calcio/Boro/Sodio
Ferro 3134	El sodio y el calcio actúan como fundentes, mientras que el boro contribuye a la estabilidad química de la frita.	Sodio/Calcio/Boro
Ferro 3185 y 3269	El sodio ayuda a reducir la viscosidad de la frita, mientras que el boro contribuye a mejorar la resistencia al calor y la durabilidad de los esmaltes cerámicos.	Sodio/Boro
Ferro 3195	La presencia de sodio, calcio y boro en esta frita proporciona una combinación equilibrada de propiedades. El sodio actúa como fundente, el calcio contribuye a la estabilidad térmica y el boro mejora la resistencia química de la frita.	Sodio/Calcio/Boro

Tabla 22. Esmaltes fritados de Ferro Mexicana. Fuente: elaboración propia con datos de fichas técnicas obtenidas en comunicación personal enero 2024.

Como se describe en el apartado del trabajo de campo, los sustitutos a los óxidos de plomo están ampliamente disponibles para las comunidades alfareras y son usados con frecuencia.

11. Conclusiones y Recomendaciones

Entre los hallazgos más importantes de esta investigación se listan los siguientes:

Alfarería

- Del total de los 48 talleres visitados en el trabajo de campo, 7 (14%) se encuentran dentro del programa Barro Aprobado. Sin embargo, otros alfareros que están conscientes de los daños del plomo indicaron que no pueden darse el lujo de transformar sus instalaciones. Algunos alfareros se mostraron molestos cuando se les preguntó sobre su uso de vidriado con plomo, ya que lo consideran un estigma o un ataque a su trabajo.
- Analizamos 33 muestras de vidriados sin etiqueta proporcionadas por los alfareros que entrevistamos en 6 estados. Dieciocho (55%) muestras contenían plomo en niveles superiores a 90 ppm con una concentración promedio de 360,519 ppm (36% de plomo) con un rango de hasta 93% de plomo en peso. Ninguna de las muestras analizadas contenía pigmentos de cromato de plomo.
- De los 48 sitios visitados, la mayoría usan hornos de leña, mismos que se ubican en patios abiertos compartidos con sus viviendas. Adicionalmente, los talleres visitados se encuentran en zonas habitacionales. Por lo que el horneado de sus piezas conlleva una exposición y contaminación por gases tóxicos, tanto para las familias alfareras como para sus vecinos. Esta situación empeora cuando la producción implica el uso del plomo.
- En varios talleres se ubicaron dos hornos, uno para la producción de piezas libres de plomo y otro para la producción de la alfarería tradicional con plomo. Misma situación que no contribuye a evitar la exposición a este metal tóxico y permite visualizar el arraigo de los alfareros a la producción tradicional con plomo.
- En todos los talleres visitados, los esmaltes y demás insumos cerámicos estaban en bolsas plásticas sin etiquetas ni ningún tipo de información sobre sus riesgos ni especificaciones de protección.

- En varios talleres se identificó la presencia de niños en el área de trabajo, ya que estos espacios forman parte de su núcleo doméstico. Lo que representa un alto riesgo de exposición al plomo en la etapa de la vida más susceptible de causar daños permanentes. Incluso se identificó trabajo infantil.
- Se observó que el suministro de óxidos de plomo para alfareros se realiza a través de establecimientos minoristas, proveedores informales u otros vendedores sin ubicación fija. Muchos alfareros se mostraron reacios a revelar el origen de sus proveedores.
- Un fabricante nacional de óxido de plomo, Grupo Kalidad, cuenta con su distribución directa a los alfareros a través de sus tiendas Weico, ubicadas estratégicamente en 4 regiones alfareras. Las tiendas Weico venden óxido de plomo en pequeñas bolsas sin etiqueta y tienen la mayor participación de mercado de esmaltes de óxido de plomo, menores participaciones de este mercado se podrían atribuir a Óxidos y Pigmentos, Penox, Dynakrom y a Apomex/ Abastecedora de Metales y Derivados, S.A. de C.V. a través de sus canales de distribución.
- Existen sustitutos de los óxidos de plomo fácilmente accesibles para su uso en alfarería de baja temperatura, que además son competitivos en precio e incluso más económicos.

Pinturas y plásticos

- El cromato de plomo es un pigmento particularmente peligroso utilizado en pinturas y plásticos debido a la adición de cromo, un cancerígeno bien documentado.
- Dynakrom fue identificado como el único fabricante mexicano de cromatos de plomo abarcando el mayor porcentaje del mercado interno.
- Se identifican como los proveedores internacionales de cromatos de plomo en México a Vibrantz, propiedad de American Securities, y a DCL, propiedad de Blackstone, Estas son algunas de las firmas de capital privado más grandes con sede en EE. UU.
- En cuanto a la proveeduría de óxidos de plomo como pigmentos para el mercado de las pinturas y los plásticos, la empresa Dynakrom se identifica como principal proveedor, y con una menor participación de mercado se identifican a Apomex/ Abastecedora de Metales y Derivados, S.A. de C.V., Óxidos y Pigmentos, PENOX y Grupo Kalidad.

- Se identifica que de las pinturas que contienen pigmentos con plomo en México, la mitad corresponde al uso de óxidos de plomo y la otra mitad al uso de cromatos de plomo.
- Aproximadamente la mitad de las pinturas base solvente a la venta en México no contienen plomo agregado, por lo que se comprueba que hay alternativas al plomo disponibles y utilizadas en el mercado. Compañías como PPG COMEX, no utilizan plomo en ninguna de sus formulaciones.
- Existe un vacío de información acerca del contenido de plomo en los plásticos en México.

Normatividad, regulaciones y acuerdos

- La normatividad que regula el contenido de plomo en los plásticos, las pinturas y la alfarería tradicional en México es deficiente, ineficiente, y ha ido en franca regresión.
- El cumplimiento de la poca y deficiente normatividad vigente no está siendo controlado ni vigilado por la autoridad responsable de ello, mucho menos sancionado.
- La única norma que regula el contenido de plomo en la alfarería de baja temperatura está destinada a productos para contener y preparar alimentos y bebidas, además de que solo regula el plomo lixiviable de estos productos, no el plomo total. Esto representa una grave omisión, ya que no evita la exposición ocupacional de los alfareros. Además, la vigilancia de su cumplimiento resulta inoperable dada la extensión territorial de la producción y comercialización alfarera.
- No existe normativa que regule el contenido de plomo en los plásticos en general, solo se regulan los límites máximos de biodisponibilidad de plomo en los juguetes a 90 mg/kg, y solo en las pinturas de estos juguetes, no en su pigmentado en la masa.
- Respecto al contenido de plomo en las tuberías de PVC, sólo se regulan los valores máximos permisibles de metales pesados en el agua con la que están en contacto, a razón de .05 ppm de plomo.
- Respecto a las sustancias químicas en general, no hay seguimiento al acuerdo sobre la Política Nacional Integral para la Gestión de Sustancias Químicas en México, por lo que no se cuenta con un Registro

Nacional de Sustancias Químicas que registre, evalúe, autorice, restrinja y dé seguimiento a la producción, distribución, venta y uso de sustancias y compuestos químicos.

Autoridades responsables

- Se identifica confusión en las atribuciones de diferentes autoridades responsables, debilitamiento institucional, falta de presupuesto asignado y nulo seguimiento a la evaluación de la conformidad sobre los niveles de plomo en los productos analizados en este informe.
- No hay seguimiento por parte de las autoridades responsables a los acuerdos que establecen las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación y autorización, por ende, no hay control ni datos suficientes o fidedignos sobre las sustancias, productos y residuos con plomo que pasan por las fronteras.
- Los reportes de los sujetos obligados a reportar al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) son contradictorios, deficientes o no reportados, no hay un control de la autoridad al respecto.

Se sugieren las siguientes recomendaciones:

Ya que se ha demostrado que las fuentes de compuestos de plomo son pocas y fácilmente identificables, se concluye que, para limitar la exposición al plomo en las pinturas, los plásticos y la alfarería tradicional, se requiere contar con controles de origen. Es decir, controles en la comercialización de los óxidos y cromatos de plomo y no solo la vigilancia de su contenido en los productos finales.

Como también se ha demostrado en este informe, existen amplias posibilidades de insumos sustitutos a los óxidos de plomo para su uso en la alfarería, y a los óxidos y cromatos de plomo para todas las aplicaciones en las pinturas y los plásticos. Por lo que se concluye que:

- Teniendo en cuenta su doble toxicidad y dado que los cromatos de plomo prácticamente solo se utilizan como pigmentos en pinturas y plásticos, su fabricación y uso deben de ser restringidos en México en términos similares a los del reglamento europeo REACH.
- La principal demanda del óxido de plomo en México es para la fabricación de baterías de plomo ácido. Su consumo en la alfarería tradicional representa un porcentaje menor en relación a sus ventas totales. Por ende, lo que se sugiere restringir es su destino. Es decir, no permitir su comercialización para ser utilizado

en la alfarería tradicional. Esto podría abordarse a través de diversos mecanismos como el obligar ventas mínimas a partir de una tonelada, establecer un registro de empresas autorizadas para su compra, listarse como sustancia susceptible de uso dual sujeta a vigilancia, o con el establecimiento de cadenas de custodia que permitan conocer y acotar su destino final.

Estas estrategias no podrían implementarse sin un amplio y permanente programa de acompañamiento técnico, financiero y de abastecimiento seguro de esmaltes libres de plomo a los alfareros tradicionales de todo el país, para apoyarles en la transición exitosa a una producción libre de plomo.

La restricción del uso del óxido de plomo para la alfarería tradicional, también requeriría del compromiso de sus fabricantes y distribuidores para evitar abastecer esos mercados, además de incentivar el compromiso de los fabricantes y distribuidores de esmaltes libres de plomo para asegurar que sus productos puedan llegar a los alfareros.

- Respecto al uso de los óxidos de plomo como pigmento en las pinturas y los plásticos, es urgente realizar las modificaciones a la normatividad para limitar el contenido de plomo a 90 ppm en todas sus aplicaciones. Esto permitiría también ejercer controles a las empresas productoras y distribuidoras para limitar el destino final del óxido de plomo para estas industrias.
- Respecto al uso de óxidos y cromatos de plomo en los plásticos, se requiere una normatividad que además de incluir su recubrimiento de pintura, también regule su pigmentado en la masa.
- Se requeriría adicionalmente un trabajo permanente en las fronteras para evitar la entrada al país de pinturas y plásticos con contenido de plomo, garantizando que cumplan con la normativa que regiría en la industria nacional.
- Es inaceptable y una clara violación de la normatividad y del derecho a saber, que los óxidos de plomo que llegan a las manos de los alfareros no contengan etiquetas, datos de origen ni información de riesgos y seguridad. Esto debe ser sancionado y corregido de manera inmediata, dado que ahora se conocen sus fuentes.

En general, se requiere:

- Implementar con urgencia la Política Nacional Integral para la Gestión de Sustancias Químicas en México, aprobada en la Segunda Sesión Ordinaria del Consejo de Salubridad General del 27 de noviembre de 2019 en la que se establecen, entre otras acciones, la expedición de la Ley General para la Gestión de Sustancias Químicas, el Registro Nacional de Sustancias Químicas y la Atención urgente a las sustancias químicas con rezago en su gestión.
- Dotar de atribuciones claras y de recursos humanos y financieros a las instancias públicas responsables de operativizar los mecanismos de control, vigilar y sancionar el cumplimiento de los instrumentos normativos antes descritos.
- Fortalecer los mecanismos fronterizos de control de entrada y salida de sustancias, productos y residuos con contenido de plomo que permitan vigilar y en su caso limitar su comercio según se establece en el ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el ACUERDO que establece las mercancías cuya importación y exportación está sujeta a regulación por parte de las dependencias que integran la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas, mimos que pretenden regular el paso transfronterizo de algunas sustancias.
- Implementar la eficiente vigilancia, control y sanción respecto a los reportes de los sujetos obligados a reportar al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Respecto a oportunidades de investigación:

- Es necesario hacer estudios sobre el contenido de plomo en los plásticos disponibles a la venta en México, especialmente de los juguetes y artículos de plástico frecuentemente usados por la población infantil.
- Es de suma importancia profundizar en el conocimiento sobre la relación entre los niveles de plomo en sangre y las conductas violentas o antisociales y el bajo rendimiento escolar y pérdida de coeficiente intelectual en la población mexicana.

El costo de la inacción para limitar la exposición al plomo en la población mexicana está siendo extremadamente elevado. La pérdida de coeficiente intelectual, un menor rendimiento escolar, el aumento de conductas antisociales, agresivas y violentas, además de otros efectos crónicos para la salud derivados de la exposición al plomo, han sido y seguirán siendo omnipresentes hasta en tanto se tomen medidas contundentes y eficaces para su control.

12. Referencias

- Ambiente Plástico. (2022). Producción de plásticos en México registró un valor de 400 mil mdd.
<https://ambienteplastico.com/produccion-de-plasticos-en-mexico-registro-un-valor-de-400-mil-mdd/>
- Attina, T.M. y L. Trasande. (2013). Economic Costs of Childhood Lead Exposure in Low- and Middle-Income Countries. *Environmental Health Perspectives*, 121(9), pp. 1097-1102.
- Bautista-Arredondo L., Trejo-Valdivia B., Estrada-Sánchez D., Tamayo-Ortiz M., Cantoral A., Figueroa J., Romero-Martínez M., Gómez-Acosta L., Cuevas-Nasu L., Téllez-Rojo M. (2023). Intoxicación infantil por plomo en México: otras fuentes de exposición más allá del barro vidriado (ENSANUT 2022). *Salud Pública Mex*, 65. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/14798>
- Bellinger, D.C. (2008). Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Current Opinion in Pediatrics*, 20(2), pp. 172-177
- Björklund, K.L., Vahter, M., Palm, B. et al. (2012). Metals and trace element concentrations in breast milk of first time healthy mothers: a biological monitoring study. *Environ Health* 11, 92.
<https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-92>
- Cámara Minera de México. (2023). Informe anual 2023.
<https://www.camimex.org.mx/index.php/publicaciones/informe-anual/informe/104>
- Caravanos, J., Dowling, R., Téllez-Rojo, M., Cantoral, A., Kobrosly, R., Estrada, D., Orjuela, M., Gualtero, S., Ericson, B., Rivera, A., Fuller, R. (2014). Niveles de Plomo en Sangre en México y su Implicación para la Carga Pediátrica de la Enfermedad. *Annals of Global Health*. Volume 80, Issue 4, pp. e1-e11. ISSN 2214-9996. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2014.10.005>
- Casa Cem. (2022). Presencia de Plomo en la Pintura de la Infraestructura Urbana en 5 Municipios del Área Metropolitana de Guadalajara.
<https://casacem.com/upload/131d0c3351ca733526cfd94c66b3b93d.pdf>
- Casa Cem. (2023). Exportaciones peligrosas contribuyen a la contaminación del suelo en plantas de reciclaje de baterías de plomo en México.
<https://casacem.com/upload/ae72c1b3d9b41970e5acb1dbb0bd303c.pdf>

- Chen, X., Zhang, B., Li, L., & Zhao, J. (2018). Assessment of lead exposure to children and uptake pathways: A biomonitoring-based study in Pingdingshan, China. *Science of The Total Environment*, 612, 1294-1301.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2007). Guía básica de conceptos y nomenclaturas de bases de datos y aplicaciones de comercio internacional. Organización de las Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9cac30cb-590d-4ff4-a2d0-754c4befec72/content>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. (2023). Cofepris protege la salud de niños y niñas al verificar que juguetes estén libres de plomo. Comunicado de prensa no. 02/2023. <https://www.gob.mx/cofepris/articulos/cofepris-protege-la-salud-de-ninos-y-ninas-al-verificar-que-juquetes-estén-libres-de-plomo>
- Commission for Environmental Cooperation (CEC). (2013). Hazardous trade: Examination of US-generated spent lead-acid battery exports and secondary lead recycling in Canada, Mexico, and the United States. <http://www.cec.org/publications/hazardous-trade/>
- Consumer Products Safety Commission (CPSC). (1997). Staff Report on Lead and Cadmium in Children's Polyvinylchloride (PVC) Products.
- Egan, K. B., Cornwell, C. R., Courtney, J. G., y Ettinger, A. S. (2021). Blood Lead Levels in U.S. Children Ages 1-11 Years, 1976-2016. *Environmental health perspectives*, 129(3), 37003. <https://doi.org/10.1289/EHP7932>
- El Horizonte. (2020). Viakem; Empresa con historial de escándalos. [Junio 18, 2020]. <https://www.elhorizonte.mx/nuevoleon/viakem-empresa-con-historial-de-escandalos/2875057>
- EMR. (2024) Mercado de pinturas y recubrimientos en México. <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-pinturas-y-recubrimientos-en-mexico>
- Environment Protection Authority. (2003). Managing Lead Contamination in Home Maintenance, Renovation and Demolition Practices. A Guide for Councils. <https://www.environment.nsw.gov.au/resources/pesticides/03004managinglead.pdf>
- European Chemicals Agency (ECHA). (2009). Lead sulfochromate yellow (C.I. Pigment Yellow 34).

Substance of Very High Concern (SVHC) Support Document.

<https://echa.europa.eu/documents/10162/cd44c55f-3473-4c73-a356-ce732b2f3d87>

European Chemicals Agency (ECHA). (2009). Lead chromate molybdate sulphate red (C.I. Pigment Red 104). Substance of Very High Concern (SVHC) Support Document.

<https://echa.europa.eu/documents/10162/624c2151-d7f2-47d7-ab26-7f4996e81e36>

European Chemicals Agency (ECHA). (2024). Lead chromate.

<https://echa.europa.eu/es/substance-information/-/substanceinfo/100.028.951>

European Stabiliser Producers Association (ESPA). (2000). Lead replacement.

<https://www.stabilisers.eu/lead-replacement/>

Evisa. (2019). EU court rules Commission authorization of lead chromate pigments was illegal.

[Marzo, 12, 2019]. <https://speciation.net/News/EU-court-rules-Commission-authorisation-of-lead-chromate-pigments-was-illegal-%3B-/2019/03/12/9006.html>

Forbes. (2021). México es autosuficiente en producción de PVC: ANIPAC. *Negocios*. Junio 4, 2021.

<https://www.forbes.com.mx/mexico-es-autosuficiente-en-produccion-de-pvc-anipac/>

García, A., Martínez, E., & Pérez, R. (2020). Alternativas al plomo en pinturas y recubrimientos:

revisión del estado del arte. *Revista de Metalurgia*, 56. <https://doi.org/10.3989/revmetalm.192>

Gati, L. K., Bokor, L., & Offoh, E. (2014). Assessment of level of lead and cadmium in selected plastic toys imported from china on the Ghanaian market. *Chemistry and Materials Research* www.iiste.org ISSN, 2224-3224

Helene Wiesinger, Zhanyun Wang, and Stefanie Hellweg. (2021). Deep Dive into Plastic Monomers,

Additives, and Processing Aids. *Environmental Science & Technology*, 55 (13), 9339-9351

<https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.1c00976>

Hernández, E. (2022). Aumentan 126% exportaciones de pintura mexicana pese a pandemia.

Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/aumentan-126-exportaciones-de-pintura-mexicana-pese-a-pandemia/>

Hernández-Serrato, M. I., Mendoza-Alvarado, L. R., Rojas-Martínez, R., González-Garza, C., Hulme,

- J. M., & Olaiz-Fernández, G. (2003). Factors associated with lead exposure in Oaxaca, Mexico. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, 13(5), 341–347. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500282>
- Hibbert, R., Bai, Z., Navia, J., Kammen, D. M., & Zhang, J. (1999). High lead exposures resulting from pottery production in a village in Michoacán State, Mexico. *Journal of exposure analysis and environmental epidemiology*, 9(4), pp. 343–351. <https://doi.org/10.1038/sj.jea.7500035>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). Actualización del Inventario Nacional de Sustancias Químicas 2010-2013. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/191430/2014_Actualizaci_n_del_inventario.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Instituto Nacional de Salud Pública. Secretaría de Salud. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- INEGI (2023). Banco de Información Económica (BIE). <https://en.www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>
- International Pollutants Elimination Network (IPEN). (2019). Plomo en Juegos Infantiles en México. https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-lead-playgrounds-mexico_v1_2-es-web.pdf
- IPEN y Casa Cem. (2018). Plomo en Pinturas a Base de Solventes para uso Doméstico en México. https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen-mexico-lead-report-v1_4-es.pdf
- IPEN y Safinah Ltd. (2015). Replacement of lead pigments in solvent based decorative paints. <https://ipen.org/documents/replacement-lead-pigments-solvent-based-decorative-paints>
- International Trade Administration USA. (2023). Plastics and Resins. *Mexico – Country Commercial Guide*. <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/mexico-plastics-and-resins>
- Kumar, A. (2009). Plomo en Pinturas Decorativas Nuevas. Un Estudio Mundial. *IPEN*, pp. 12. https://ipen.org/sites/default/files/documents/global_paintstudy-es.pdf
- Lanphear, B. P., Matte, T. D., Rogers, J., Clickner, R. P., Dietz, B., Bornschein, R. L., Succop, P.,

- Mahaffey, K. R., Dixon, S., Galke, W., Rabinowitz, M., Farfel, M., Rohde, C., Schwartz, J., Ashley, P., & Jacobs, D. E. (1998). The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. A pooled analysis of 12 epidemiologic studies. *Environmental research*, 79(1), 51–68.
<https://doi.org/10.1006/enrs.1998.3859>
- Landrigan, P. J., Silbergeld, E. K., Froines, J. R., & Pfeffer, R. M. (1990). Lead in the modern workplace. *American journal of public health*, 80(8), pp. 907–908. <https://doi.org/10.2105/ajph.80.8.907>
- Lavicoli, I., L. Fontana, y A. Bergamaschi. (2009). The Effects of Metals as Endocrine Disruptors. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part B-Critical Reviews*. 12(3), pp. 206-223.
- Lead Exposure Elimination Project (LEEP). (2022). Sources of Lead Exposure in LMICs.
<https://leadelimination.org/sources-of-lead-exposure-in-lmics-other-than-paint/>
- Lim, S. S., Vos, T., Flaxman, A. D., Danaei, G., Shibuya, K., Adair-Rohani, H., Amann, M., Anderson, H. R., Andrews, K. G., Aryee, M., Atkinson, C., Bacchus, L. J., Bahalim, A. N., Balakrishnan, K., Balmes, J., Barker-Collo, S., Baxter, A., Bell, M. L., Blore, J. D., Blyth, F., Memish, Z. A. (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 380.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- Liu, W., He, J., & Wu, L. (2017). Organic pigments: trends and future aspects. *Dyes and Pigments*, 136. 605–615. <https://doi.org/10.1016/j.dyepig.2016.09.046>
- Mediffairs. (2020). ¿Cómo está formada la COFEPRIS? [1 de abril de 2020].
<https://www.mediffairs.com/articulos-regulacion-sanitaria/como-esta-formada-la-cofepris>
- Mielke, H.W. y S. Zahran (2012). The urban rise and fall of air lead (Pb) and the latent surge and retreat of societal violence. *Environment International*, 43, pp. 48-55.
- National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (NICNAS) – Australian Government. (2007). Lead Compounds In Industrial Surface Coatings & Inks. *Priority Existing Chemical Assessment Report No. 29*. <https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/PEC29-Lead-compounds-in-industrial-surface-coatings-and-inks.pdf>
- Needleman, H. (2004). Lead Poisoning. *Annual Review of Medicine*. 55(1), pp. 209-222

- Njati, S. Y., & Maguta, M. M. (2019). Lead-based paints and children's PVC toys are potential sources of domestic lead poisoning - A review. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, 249, pp. 1091-1105. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.062>
- Norman, E. H., Hertz-Picciotto, I., Salmen, D. A., & Ward, T. H. (1997). Childhood lead poisoning and vinyl miniblind exposure. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 151(10), pp. 1033-1037. <https://doi.org/10.1001/archpedi.1997.02170470067012>
- Omolaoye, J., Uzairu, A., Gumba, C. (2010). Heavy metal assessment of some soft plastic toys imported into Nigeria from China. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. Vol. 2(8), pp. 126-130. https://academicjournals.org/article/article1379515824_Omolaoye%20et%20al.pdf
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Intoxicación por plomo y salud. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>
- Organización de las Naciones Unidas (UN). (2023). Chemicals in Plastics - A Technical Report. *Environment Programme*. <https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report>
- Organización Panamericana de la Salud. Plomo. <https://www.paho.org/es/temas/plomo#:~:text=El%20plomo%20es%20un%20metal,%2C%20del%20aparato%20digestivo%2C%20renales>
- Ortiz-Ortiz, E., García-Nieto, E., Juárez-Santacruz, L., Gómez-Camarillo, M., García-Gallegos, E., y Limón-Huitrón, P. (2017). LEAD EXPOSURE: POTTERY IMPACT IN TLAXCALA, MEXICO. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(1), pp. 57-64. <https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.01.05>
- (Pantic, I., Tamayo -Ortiz, M., Rosa-Parra, A., Bautista-Arredondo, L., Wright, R. O., Peterson, K. E., y Téllez-Rojo, M. M. (2018). Concentraciones de plomo en sangre en niños de 1988 a 2015 en Ciudad de México: la contribución del plomo en el aire y la alfarería tradicional vidriada con plomo. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 15(10).
- Peralta, N., Cantoral, A., Téllez-Rojo, M., Trejo-Valdivia, B., Estrada-Sánchez, D., Richardson L. y Fuller, R. (2022). Niveles de plomo en una población de alfareros y su asociación con el uso de diferentes vidriados: evaluación transversal del programa de alfarería aprobado. *Frontiers in Toxicology*, 4.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2022). Directrices técnicas para la reformulación de pinturas con plomo. https://saicmknowledge.org/sites/default/files/resources/Lead_Paint_Guide_SP.pdf
- Rosenthal J. (2015). The real challenge for cookstoves and health: more evidence. *EcoHealth*, 12(1), pp. 8–11. <https://doi.org/10.1007/s10393-014-0997-9>
- Sánchez, S. (2019). ¿Llegó el fin de la hora del plástico? *Expansión*. [Marzo, 25 junio 2019]. <https://expansion.mx/empresas/2019/06/25/llego-el-fin-de-la-hora-del-plastico>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). (2024) Empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (SEMARNAT). (2019). Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Particular. Preparado para PENOX México S.A. de C.V. Preparado por ACE Consulting Group. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dqiraDocs/documentos/nl/estudios/2019/19NL2019UD026.pdf>
- Secretaría de Salud. (2018). Ollas y jarritos de barro sin plomo. <https://www.gob.mx/salud/articulos/ollas-y-jarritos-de-barro-sin-plomo>
- Servicio Geológico Mexicano. (2023). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2022. https://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/Anuario_2022_Edicion_2023.pdf
- Silbergeld, E. K., Landrigan, P. J., Froines, J. R., & Pfeffer, R. M. (1991). The occupational lead standard. *New solutions: a journal of environmental and occupational health policy: NS*, 1(4), pp. 20–30. <https://doi.org/10.2190/NS1.4.e>
- Silbergeld, E. K. (1990). Implications of new data on lead toxicity for managing and preventing exposure. En *Environmental Health Perspectives*, Vol. 89: 49-54.
- Smith, J., & Johnson, K. (2019). Titanium dioxide as a potential alternative to lead in paints: a review. *Journal of Environmental Chemistry and Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2018.102847>
- Société Générale de Surveillance (SGS global reach). (2015). Statement for lead compounds.

<https://www.sgs-group.fr/-/media/global/documents/technical-documents/sqs-cts-svhc-letters-statement-for-lead-compounds.pdf>

- Téllez-Rojo, M., Bautista-Arredondo, L., Trejo-Valdivia, B., Cantoral, A., Estrada-Sánchez, D., Kraiem, R., Pantic, I., Rosa-Parra, A., Gómez-Acosta, L., Romero-Martínez, M., Cuevas-Nasu, L., Shamah-Levy, T., Fuller, R., y Tamayo-Ortiz, M. (2019). Reporte nacional de niveles de plomo en sangre y uso de barro vidriado en población infantil vulnerable. *Salud Pública de México*, 61(6), 787-797. <https://doi.org/10.21149/10555>
- Tunstall, S., & Amarasiriwardena, D. (2002). Characterization of lead and lead leaching properties of lead glazed ceramics from the Solis Valley, Mexico, using inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) and diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFT). *Microchemical journal*. 73(3), 335-347.
- United Nations Environment Programme and Secretariat of the Basel, Rotterdam and Stockholm Conventions (2023). Chemicals in plastics: a technical report. <https://www.unep.org/resources/report/chemicals-plastics-technical-report>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2013). Global Alliance to Eliminate Lead Paint: Business Plan. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/chemical-safety/global-alliance-to-eliminate-lead-paint/gaelp_businessplan_en.pdf?sfvrsn=8c84faf0_3&download=true
- U.S. Geological Survey. (2023). Mineral Commodity Summaries 2023. <https://doi.org/10.3133/mcs2023>.
- V.C. Shruti, Fermín Pérez-Guevara, Priyadarsi D. Roy, I. Elizalde-Martínez, Gurusamy Kutralam-Muniasamy. (2020). Identification and characterization of single use oxo/biodegradable plastics from Mexico City, Mexico: Is the advertised labeling useful? *Science of The Total Environment*. 739. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140358>
- Verstraeten, S., L. Aimo, y P. Oteiza. (2008). Aluminium and lead: molecular mechanisms of brain toxicity. *Archives of Toxicology*. 82(11), pp. 789-802
- West R. (1998). Vinyl miniblinds and childhood lead poisoning. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 152(5), pp. 512-513.

World Health Organization. (2010). Childhood lead poisoning.

<https://www.who.int/publications/i/item/9789241500333>

World Health Organization. (2023). Update on the global status of legal limits for lead in paint, March 2023. *World Health Organization*.

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/373149/9789240078093-eng.pdf>

World Health Organization. (2023). Lead poisoning.

<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

Yanes Rizo E. (2018). Que de dónde, amigo, vengo. Los orígenes de la loza estannífera o talavera poblana, pp. 1550-1653.

Zhao, Y., & Wang, D. (2018). Study on a green and environmentally friendly paint substituting lead inorganic pigment. *Progress in Organic Coatings*, 114, pp.105–113.

<https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.09.024>

Anexo 1. Tabla que lista los compuestos de plomo presentes en la industria de las pinturas, plástico y alfarería.

CAS	SUSTANCIA	OTROS NOMBRES	INDUSTRIA			USOS LISTADOS EN DIFERENTES FUENTES DE INFORMACIÓN				ECHA
			PLA	PIN	ALF	ONU			PUBCHEM	
						USOS	POLÍMEROS	INDUSTRIA		
7784-40-9	Ácido arsénico (H3AsO4), sal de plomo (2+) (1:1)	Arseniato de plomo	X			LDPE, PET, PUR, PVC	Automotriz, edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, textiles	El arseniato de plomo se utiliza como insecticida.		
1072-35-1	Ácido plomo, sal de plomo (2+) (2:1)	Estearato de plomo, plomo (2+); octadecanoato	X	X	X	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Automoción, edificación y construcción, aparatos eléctricos y electrónicos, plásticos en contacto con alimentos, empaquetado	Utilizado en lubricantes de alta presión y secadores de barnices.		
1314-41-6	Óxido de plomo (Pb3O4)	Monóxido de plomo, Tetróxido de plomo, Minio, Plomo rojo, Azarcón	X	X	X	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Automotriz, edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, empaquetado	Se utiliza para fabricar vidrio incoloro; esmalte de loza; fundentes para pintura porcelánica, revestimientos de hierro y acero; pigmento de caucho; cemento de vidrio; También se utiliza en tuberías de gas y vapor, acumuladores, escritura sobre vidrio y para fabricar peróxido de plomo y cerillas.	Productos de revestimiento y masillas, yesos, plastilinas. Uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico) y uso en interiores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, pisos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, pies). desgaste, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos).	

1319-46-6	Hidróxido de carbonato de plomo (Pb3(CO3)2(OH)2)	Albayalde, Blanco de plomo, carbonato básico de plomo (II), cerusa, blanco de cerusa, cerusita, blanco de cerusita, blanquibolo, orín de plomo	X	X	X	Colorante, estabilizador de calor	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro- Bioplástico, Otro- Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Se utiliza como pigmento (pinturas para exteriores, esmaltes cerámicos, tintas sensibles a la temperatura, pinturas reflectantes de luz ultravioleta y láminas de plástico iridiscentes), catalizador para poliésteres, agente de curado para peróxidos en aislamientos de cables de polietileno, película resistente a las manchas en materiales eléctricamente sensibles. hojas de registro, estabilizador de propulsor de armas frías y estabilizador de calor para polímeros de PVC; También se utiliza en grasas lubricantes, redes de pesca reforzadas con nailon hechas de fibras de PVC, cementos y para la fabricación de masillas y papel y pergamino de carbonato de plomo; Ya no se utiliza como pigmento ocultante blanco en pinturas.	Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: semiconductores. Esta sustancia tiene un uso industrial que da lugar a la fabricación de otra sustancia (uso de productos intermedios). Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: formulación de mezclas y/o reenvases. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de productos minerales (p. ej. yesos, cemento). La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: como paso intermedio en la fabricación posterior de otra sustancia (uso de productos intermedios).
1335-32-6	Plomo, bis(acetato-O) tetrahidroxitri		X				ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro- Bioplástico, Otro- Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Se utiliza en análisis, clarificación y decoloración de soluciones orgánicas, por ejemplo, azúcar.	

7439-92-1	Plomo					<p>Antioxidante, colorante, agente reticulante, relleno, estabilizador de calor, productos intermedios, estabilizador de luz, lubricante, otros auxiliares de procesamiento</p>	<p>ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC</p>	<p>Agricultura, automoción, edificación y construcción, aparatos eléctricos y electrónicos, artículos para el hogar, muebles y otros, artículos de higiene y médicos, embalajes, textiles, juguetes</p>	<p>El uso principal del plomo es en la fabricación de baterías. El plomo también se utiliza en la producción de aleaciones de plomo y productos metálicos, como láminas de plomo, soldadura (pero ya no en latas de alimentos), tuberías, municiones, cubiertas de cables y otros productos. Su uso en esmaltes cerámicos, pinturas y soldaduras de tuberías se ha reducido drásticamente. La gasolina con plomo todavía se utiliza en aviones propulsados por hélice y en algunos coches de carreras.</p> <p>Productos líquidos para vidriar cerámica artesanal. Baterías. Componente de aluminio, residual de aluminio.</p> <p>Productos utilizados para limpieza o seguridad en un entorno ocupacional o industrial (por ejemplo, productos de limpieza industrial o detergentes para ropa, lavavajos, kits para derrames) para limpiar parrillas, hornos o estufas.</p> <p>Incluye aparatos electrónicos de consumo grandes y pequeños (por ejemplo, refrigeradores, lavadoras, aspiradoras, computadoras, teléfonos, detectores de humo, herramientas eléctricas, lámparas); incluye pequeños aparatos electrónicos con contacto personal directo como masajeadores; excluye los dispositivos electrónicos destinados específicamente al uso de niños; excluye dispositivos electrónicos en contacto directo con alimentos (por ejemplo, licuadora eléctrica).</p> <p>Materiales utilizados para la construcción (por ejemplo, pisos, baldosas, lavabos, bañeras, espejos, materiales de pared/paneles de yeso, alfombras de pared a pared, aislamiento,</p>	<p>Metales. Uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico), uso en interiores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, pisos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, pies desgastados, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos), uso en interiores en sistemas cerrados con liberación mínima (por ejemplo, líquidos refrigerantes en refrigeradores, calentadores eléctricos a base de aceite) y uso en exteriores en sistemas cerrados con liberación mínima (por ejemplo, líquidos hidráulicos en automóviles suspensión, lubricantes en aceite de motor y líquidos de frenos).</p>
-----------	-------	--	--	--	--	---	--	---	---	---

7446-14-2	Ácido sulfúrico, sal de plomo (2+) (1:1)	Sulfato de plomo, Sulfato plumboso, Anglesita, Plomo blanco Freeman	X	X	X	Antioxidante, colorante, estabilizador de luz, otros coadyuvantes de procesamiento	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Automoción, Edificación y construcción, aparatos eléctricos y electrónicos, plásticos en contacto con alimentos, artículos para el hogar, muebles y otros embalajes	Se utiliza para estabilizar suelos arcillosos y para pesar tejidos; También se utiliza en baterías galvánicas y barnices de secado rápido; Se ha utilizado en litografía y con bromuro de plata en fotografía; [HSDB] Utilizado en acumuladores y pintura (pigmento); [Hawley] Los trabajadores están expuestos en minas y fundiciones y durante la producción de baterías de almacenamiento de plomo; [HSDB] En lugar de albayalde como pigmento; con zinc en baterías galvánicas; minium, en litografía; preparar barnices al aceite de secado rápido; tejidos ponderados. Baterías de almacenamiento, pinturas, cerámicas, pigmentos, compuestos eléctricos y otros compuestos vinílicos que requieren una alta estabilidad térmica Fabricación de baterías, Fundición de Cobre o Plomo, Pintura (Pigmentos, Aglutinantes y Biocidas).	
7446-27-7	Ácido fosfórico, sal de plomo (2+) (2:3)				X		ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Utilizado como estabilizador de estireno y plástico y en vasos especiales.	

7758-95-4	Cloruro de plomo (PbCl ₂)		X	X	Antioxidante, Colorante, Estabilizador de luz	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro- Bioplástico, Otro- Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Se utiliza para fabricar soldadura, albayalde de Patterson, amarillo de Verona, amarillo patentado de Turner y oxiclورو de plomo; [Índice Merck] Se utiliza en la producción de forros de freno o embrague de amianto, acrilonitrilo (cocatalizador), polímeros de olefina (catalizador) y baterías de agua de mar de cloruro de magnesio y plomo (cátodo); También se utiliza como retardante de llama (recubrimientos de cables), fundente (galvanizado de acero) y fotoquímico (placas de circuitos impresos); [HSDB] Producción de acero, Fabricación de baterías, Pintura (Pigmentos, Aglutinantes y Biocidas).	Esta sustancia se puede encontrar en artículos complejos, sin intención de liberación: pilas y acumuladores eléctricos.
13424-46-9	Azida de plomo (Pb(N ₃) ₂)			X	Iniciador	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro- Bioplástico, Otro- Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Explosivos. La liberación de esta sustancia al medio ambiente puede ocurrir por uso industrial: formulación de mezclas, en coadyuvantes de procesamiento en sitios industriales, en la producción de artículos y como coadyuvante de procesamiento. Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: minería, formulación de mezclas y/o reenvasado y trabajos de edificación y construcción.	
15245-44-0	Sal de 1,3-bencenodiol, 2,4,6-trinitro-, plomo (2+) (1:1)				Iniciador	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro- Bioplástico, Otro- Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Explosivos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en exteriores que resulte en la inclusión dentro o sobre materiales (por ejemplo, agente aglutinante en pinturas y revestimientos o adhesivos), uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, metales, materiales de construcción y construcción de madera y plástico) y uso en exteriores en materiales de larga duración con alta tasa de liberación (por ejemplo, neumáticos, productos de madera tratados, textiles y tejidos tratados, pastillas de	

61790-14-5	Ácidos nafténicos, sales de plomo.		X	X		Colorante, relleno, estabilizador de luz, lubricante	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Edificación y construcción, equipos eléctricos y electrónicos, embalaje	Se utiliza como secador de pinturas y barnices, catalizador, aditivo para aceites lubricantes, conservante de madera e insecticida; [HSDB]	freno en camiones o automóviles, lijado de edificios (puentes, fachadas) o vehículos (barcos). Esta sustancia se puede encontrar en productos con material a base de metal (por ejemplo, cubiertos, ollas, juguetes, joyas).
7758-97-6	Ácido crómico (H ₂ CrO ₄), sal de plomo (2+) (1:1) Pigment Yellow PY 34, Cromato de plomo (II), Cromato plumboso, amarillo de cromo, sal de ácido crómico de plomo (II), amarillo de cromo canario 40-2250, cromo Holtint Middle, verde de cromo, verde de cromo UC61, UC74 y UC76, cromo limón, crocoita,		X	X	X	Catalizador, colorante, estabilizador de luz.	ABS, EPS, PEAD, HIPS, PEBD, Otro-Bioplástico, Otro-Termoplástico, PA, PC, PET, PP, PS, PUR, PVC	Agricultura, automoción, edificación y construcción, aparatos eléctricos y electrónicos, artículos para el hogar, muebles y otros, embalaje, textiles	Utilizado como pigmento; El amarillo de cromo es PbCrO ₄ . El verde cromo y el rojo cromo también contienen PbCrO ₄ . [ACGIH] Se utiliza como pigmento en pinturas, cerámicas, cauchos y plásticos y en estampación de tejidos; [HSDB]. pigmentos para pinturas y tintas; en óleos y acuarelas; estampación de telas; decoración de loza y porcelana; en análisis químico de sustancias orgánicas; en pinturas de tráfico.	

										<p>y uso en interiores (por ejemplo, líquidos/detergentes para lavar a máquina, productos para el cuidado del automóvil, pinturas y revestimientos o adhesivos, fragancias y ambientadores).</p>
<p>12626-81-2</p>	<p>Óxido de plomo, titanio y circonio (Pb (Ti,Zr)O3)</p>	<p>X</p>						<p>Utilizado en electrónica (estéreo, transductores, memoria de computadora); [Hawley]</p>		<p>La liberación de esta sustancia al medio ambiente puede ocurrir por uso industrial: procesamiento de abrasión industrial con baja tasa de liberación (por ejemplo, corte de textiles, corte, mecanizado o pulido de metal), fabricación de la sustancia y en la producción de artículos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en interiores de materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, pisos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, calzado, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipo electrónico). Esta sustancia se puede encontrar en artículos complejos, sin intención de liberación: maquinaria, aparatos mecánicos y productos eléctricos/electrónicos (por ejemplo, ordenadores, cámaras, lámparas, frigoríficos, lavadoras) y vehículos. Esta sustancia se puede encontrar en productos con material a base de: piedra, yeso, cemento, vidrio o cerámica (por ejemplo, platos, ollas/sartenes, recipientes para almacenar alimentos, material de construcción y aislamiento).</p>

1309-60-0	Óxido de plomo (PbO2)	Dióxido de plomo	X	X	X	Antioxidante			Utilizado en cerillas, explosivos y electrodos; [CAMEO] Se utiliza para fabricar tintes, cerillas, pirotecnia, polímeros de polisulfuro y otros productos químicos; [Ullmann] Fabricación de sustitutos del caucho; Fabricación de pigmentos. El dióxido de plomo se encuentra en las baterías de plomo-ácido.	Explosivos. La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: formulación de mezclas.
598-63-0	Ácido carbónico, sal de plomo (2+) (1:1)	Cerusita, carbonato de plomo, mena blanca de plomo, Sal de plomo (2+) del ácido carbónico, Carbonato de plomo (2+), Cerusa, Blanco de plomo	X			Antioxidante, Estabilizador de calor			Utilizado en catalizadores de polimerización, agentes de curado para resinas de silicio; lubricantes resistentes al calor; baterías de almacenamiento de plomo-ácido, mangueras reforzadas con alambre, termistores y estabilizadores térmicos para polímeros de PVC; También se utiliza en electrofotografía y copia termográfica; [HSDB]	Fabricación de metales.
10099-74-8	Ácido nítrico, sal de plomo (2+) (2:1)	Nitrato de plomo (II), Nitrato plumboso, Dinitrato de plomo, Plumb dulcis	X	X		Antioxidante			Se utiliza en la fabricación de cerillas y pirotecnia, teñido e impresión de textiles, tinción de cuernos y nácar, fotografía, grabado, refinación de plomo, separación de titanio de arcilla, deslustrado de rayón, estabilización de nailon, papel de recubrimiento para fototermografía, catalización de poliésteres, recubrimiento de ánodos de níquel. Y recuperar metales de soluciones de cianuro; [HSDB]	Explosivos, productos químicos de laboratorio y reguladores de pH y productos para el tratamiento de agua. Uso en interiores y exteriores que resulta en la inclusión dentro o sobre materiales (por ejemplo, agente aglutinante en pinturas y revestimientos o adhesivos).
10031-13-7	Ácido arsenénico, sal de plomo (2+) (9C)	Arsenito de plomo	X			Biocida, Colorante		Automoción, aparatos eléctricos y electrónicos, textiles	Utilizado como insecticida.	

11120-22-2	Ácido silícico, sal de plomo.		X		Estabilizador de calor	PVC		Ácido silícico, sal de plomo: ACTIVO.	La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: formulación en materiales. Esta sustancia se puede encontrar en productos con materiales a base de: piedra, yeso, cemento, vidrio o cerámica (por ejemplo, platos, ollas/sartenes, recipientes para almacenar alimentos, material de construcción y aislamiento).
10190-55-3	Óxido de plomo y molibdeno (PbMoO4)	X	X			PVC	Utilizado en pigmentos; [Índice Merck] Los cristales tienen usos electrónicos y ópticos; [Hawley]		
1344-37-2	Sulfocromato de plomo		x				Amarillo cromo, PY34		La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: formulación de mezclas, formulación en materiales y en la producción de artículos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico) y uso en interiores de materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, suelos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, calzado, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos). Esta sustancia se puede encontrar en artículos complejos, sin intención de liberación: vehículos y maquinaria, aparatos mecánicos y productos eléctricos/electrónicos (por ejemplo, ordenadores, cámaras, lámparas, frigoríficos, lavadoras).

								<p>Esta sustancia se puede encontrar en productos con materiales a base de: plástico (por ejemplo, envases y almacenamiento de alimentos, juguetes, teléfonos móviles), piedra, yeso, cemento, vidrio o cerámica (por ejemplo, platos, ollas/sartenes, recipientes para almacenar alimentos, construcción y aislamiento material), caucho (por ejemplo, neumáticos, zapatos, juguetes) y madera (por ejemplo, suelos, muebles, juguetes).</p>
								<p>Productos de revestimiento y polímeros. La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: formulación de mezclas, formulación en materiales y en la producción de artículos.</p> <p>Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico) y uso en interiores de materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, suelos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, calzado, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos).</p> <p>Esta sustancia se puede encontrar en artículos complejos, sin intención de liberación: vehículos y maquinaria, aparatos mecánicos y productos eléctricos/electrónicos (por ejemplo, ordenadores, cámaras, lámparas, frigoríficos, lavadoras).</p> <p>Esta sustancia se puede encontrar en productos con materiales a base de: plástico (por ejemplo, envases y almacenamiento de alimentos, juguetes, teléfonos móviles), piedra, yeso,</p>
12656-85-8	<p>Sulfato de molibdato rojo, rojo de cromato molibdato sulfato de plomo</p>	<p>Cromato de molibdeno cromato molibdato sulfato de plomo, Cr+6</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>X</p>	<p>Se utiliza como pigmento en pinturas, tintas de impresión, plásticos, papel, caucho e impresión textil; [HSDB]. Se utiliza para tonos rojos en pinturas de automóviles y electrodomésticos.... utilizado principalmente en pinturas, revestimientos de bobinas y para colorear plásticos. Los grados termoestables son los más adecuados para revestimientos de bobinas y plásticos. / Molibdato naranja y molibdato rojo.</p>		

18454-12-1	Óxido de cromato de plomo	Cromo anaranjado , cromo naranja dilead chromate oxide; Lead chromate oxide (Pb2(CrO4) O); chromium orange; arancio cromo; arancio cromo (italian); austrian cinnabar; chinese red; chrome orange 54	X X							Utilizado como pigmento, aglutinantes y biocidas, El óxido de cromato de plomo, naranja de cromo, también conocido como rojo de cromo, es un pigmento naranja que consiste en cromato de plomo (II) y óxido de plomo (II). (PbCrO4 y PbO). El naranja de cromo se puede obtener precipitando plomo (II) junto con cromato en una solución básica o tratando el amarillo de cromo con lejía.	cemento, vidrio o cerámica (por ejemplo, platos, ollas/sartenes, recipientes para almacenar alimentos, construcción y aislamiento). material), caucho (por ejemplo, neumáticos, zapatos, juguetes) y madera (por ejemplo, suelos, muebles, juguetes).
------------	---------------------------	---	--------	--	--	--	--	--	--	---	--

7319-86-0	Octanoato de plomo								X					Secador auxiliar para proporcionar un excelente secado completo y flexibilidad a recubrimientos y barnices anticorrosivos. El OCTOATO DE PLOMO también se puede utilizar como agente de dispersión para pigmentos y como ayuda de molienda para recubrimientos.		
0301-8-6	Plomo 2-etilhexanoato							X	X					Se utiliza principalmente para ácido 2-etilhexanoico sintético y sales de calcio y magnesio. También se utiliza como agente formador de sal en productos farmacéuticos, agente catalítico seco de pintura, estabilizadores de polímeros, agente reticulante, agente espesante de aceite y aditivo de combustible que ahorra energía.		
6080-56-4	Acetato de plomo (II)							X	X							
7446-10-8	Sulfito de plomo (II)								X							

1314-87-0	Sulfuro de plomo (II)	Sulfuro plumboso, galena	X	X					Se utiliza en semiconductores, esmaltes cerámicos, células fotoconductoras, detectores de infrarrojos, transistores, sensores de humedad, catalizadores, revestimientos de espejos, lubricantes de alta temperatura y pigmentos azules; [HSDB] Niello es una aleación negra de azufre, cobre, plata y plomo que se utiliza para decorar metales grabados, generalmente plata. Fabricación de joyería. Cerámicas, detector de radiación infrarroja, semiconductores, vidrioado cerámico, fuente de plomo.	Fabricación de metales.
6477-64-1	Dipicrato de plomo									
17570-76-2	Ácido metanosulfónico, sal de plomo (2+)									
245119-50	(Ftalato (2-)) dioxotriplomo									
51404-69-4	Ácido acético, sal de plomo, básico		X							Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: reguladores de pH y productos de tratamiento de agua y productos químicos de laboratorio. Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: servicios de salud e investigación y desarrollo científicos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en interiores (por ejemplo, líquidos/detergentes para lavar a máquina, productos para el cuidado del automóvil, pinturas y revestimientos o adhesivos, fragancias y ambientadores).

12578-12-0	Dioxobis(este arato)triplom o	x					<p>Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: polímeros. Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: formulación de mezclas y/o reenvases. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de productos plásticos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico) y uso en interiores de materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, suelos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, calzado, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos).</p>
91031-62-8	Ácidos grasos, C16-18, sales de plomo.	x					<p>Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: polímeros. Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: formulación de mezclas y/o reenvases. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de productos plásticos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico) y uso en interiores de materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, suelos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, calzado, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos).</p>

13814-96-5	Tetrafluoroborato de plomo (II)	x	x						Solución de galvanoplastia para recubrir objetos metálicos con plomo; agente de curado para resinas epoxi; catalizador en la producción de poliésteres lineales; Fabricación de Composites Plásticos. Sal para galvanoplastia de plomo; Se puede mezclar con fluoborato estannoso para galvanizar cualquier composición de estaño y plomo como aleación.	Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: productos para el tratamiento de superficies metálicas, productos para el tratamiento de superficies no metálicas y productos químicos de laboratorio. Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: formulación de mezclas y/o reenvases. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de productos elaborados de metal. La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: formulación de mezclas y en la producción de artículos.
12036-76-9	Sulfato de óxido de plomo		x							Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: productos de revestimiento. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de maquinaria, vehículos y muebles. La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: en la producción de artículos
12065-90-6	Sulfato de tetraóxido de pentaploro		x							Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: polímeros. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de equipos, maquinaria y vehículos eléctricos, electrónicos y ópticos y productos plásticos. Es probable que se produzcan otras liberaciones de esta sustancia al medio ambiente a partir de: uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y construcción de metal, madera y plástico), uso en interiores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, pisos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, calzado, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos), uso en

										interiores en sistemas cerrados con liberación mínima (por ejemplo, líquidos refrigerantes en refrigeradores, calentadores eléctricos a base de aceite) y uso en exteriores en sistemas cerrados con liberación mínima (por ejemplo, líquidos hidráulicos en suspensiones de automóviles, lubricantes en aceite de motor y líquidos para frenos).
68784-75-8	Ácido silícico, sal de bario, dopada con plomo.					x				Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: productos de revestimiento. La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: formulación de mezclas.
12141-20-7	Fosfonato de dióxido de triplomo						x			Esta sustancia se utiliza en los siguientes productos: polímeros, productos de revestimiento y adhesivos y selladores. Esta sustancia se utiliza en las siguientes áreas: formulación de mezclas y/o reenvases. Esta sustancia se utiliza para la fabricación de: productos plásticos, productos de caucho, productos químicos, maquinaria y vehículos y muebles. La liberación al medio ambiente de esta sustancia puede ocurrir por uso industrial: en la producción de artículos y como coadyuvante de procesamiento.
0301-04-02	Di(acetato) de plomo									
62229-08-07	Ácido sulfuroso, sal de plomo, dibásico.									
69011-06-09	(Ftalato (2-)) dioxotriplomo								X	Uso en exteriores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, materiales de construcción y materiales de construcción de metal, madera y plástico) y uso en interiores en materiales de larga duración con baja tasa de liberación (por ejemplo, pisos, muebles, juguetes, materiales de construcción, cortinas, pies). desgaste, productos de cuero, productos de papel y cartón, equipos electrónicos). Esta sustancia se puede encontrar en productos con materiales a base de: plástico (por ejemplo, envases y almacenamiento de alimentos, juguetes, teléfonos móviles) y metal (por ejemplo, cubiertos, ollas, juguetes, joyas).

Tabla Anexo 1. Listado de compuestos químicos de plomo. Fuente: Elaboración propia con datos de Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids (2020); Sistema Nacional de Notificación y Evaluación de Productos Químicos Industriales (NICNAS; Reglamento REACH (Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas).

Anexo 2. Ruta metodológica

En este apartado se presenta la ruta metodológica que se trazó para realizar esta investigación. Se realizó un abordaje mixto de investigación, donde la parte cualitativa consistió en entrevistas semi estructuradas, revisión bibliográfica, análisis documental de instancias nacionales e internacionales, normativa nacional y una extensa ruta de levantamiento de información en campo. Asimismo, se realizó un análisis de bases de datos de información estadística, de información documental de investigaciones académicas que integran la parte cuantitativa de la investigación.

- Documental

La primera parte de la investigación se centró en la búsqueda de información sobre las sustancias químicas con plomo que se utilizan en las tres industrias. Para ello, se realizó una búsqueda minuciosa en internet, específicamente en investigaciones científicas que aportaran elementos para identificar los compuestos químicos más usados en las industrias.

Respecto a la revisión documental, se consultó la investigación de *Chemicals in plastics* de United Nations Environment Programme (UNEP). Esta investigación a su vez, retoma la investigación de *Deep Dive into Plastic Monomers, Additives, and Processing Aids*, análisis elaborado en junio de 2020 por Helene Wiesinger, Zhanyun Wang y Stefanie Hellweg donde presentan un listado de sustancias químicas presentes en los plásticos, sus usos principales, las industrias a las que abastece y su grado de toxicidad. También se analizaron informes sobre compuestos químicos de plomo de la European Chemicals Agency (ECHA), de la Société Générale de Surveillance, del Sistema Nacional de Notificación y Evaluación de Productos Químicos Industriales, (NICNAS, por sus siglas en inglés) del gobierno australiano y diversas investigaciones académicas sobre los compuestos químicos de plomo presentes en las tres industrias que analiza la presente investigación.

Estas fuentes de información permitieron que se compendiara el listado base de las sustancias que guiarían la investigación. En total se listaron 44 compuestos de plomo presentes en las tres industrias.

Para conocer la situación respecto a la normativa que atañe a estas sustancias, se consultó la normativa existente y se solicitó toda la información referente al antes citado listado a las instancias responsables de su regulación y control, como la Secretaría de Relaciones Exteriores, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Agencia Nacional de Aduanas de México y a la Secretaría de Salud (SSA). Estas

solicitudes de información se realizaron a través de la Plataforma Nacional de Transparencia del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI).

- Investigación de campo

En el marco de esta investigación se realizó trabajo de campo en diversas comunidades alfareras de México con los objetivos de:

- Investigar acerca de las técnicas, materiales y preparación de sus esmaltes, gretas y pigmentos.
- Conocer su percepción de riesgo respecto al uso de plomo en su oficio y si han estado involucrados en esfuerzos encaminados a dejar de usar esta sustancia tóxica en sus procesos.
- Recolectar y analizar muestras de estos materiales para conocer su contenido de plomo y cromo.
- Conocer la procedencia de los esmaltes, gretas y pigmentos que utilizan.

En total se visitaron 48 talleres de alfarería en localidades que fueron seleccionadas dada su alta incidencia de actividades relacionadas principalmente con la alfarería de baja temperatura:

Localidad	Talleres visitados
Atzompa, Oaxaca.	9
San Felipe, Guanajuato.	6
Dolores Hidalgo, Guanajuato.	3
Santa Teresa, Guanajuato.	2
Tlaulinolpan, Hidalgo	3
Chapantongo Hidalgo	3
Huasca de Ocampo, Hidalgo	4
Puebla, Puebla.	3
Cohuecan, Puebla.	2
Acteopan, Puebla.	2
Tecomatepec, Ixtapan de la Sal, Estado de México	3
Meteppec, Estado de México.	3
Tonalá, Jalisco.	2
Guadalajara, Jalisco.	2
Zapopan, Jalisco.	1
Total	48

Tabla Anexo 2. Talleres visitados durante el trabajo de campo.

Fuente: elaboración propia.

Dentro del marco del trabajo de campo, se visitaron tres tiendas de esmaltes cerámicos en Jalisco. En Tlaquepaque se visitó una sucursal de Ferro Mexicana de donde se obtuvieron 3 muestras de esmaltes. En Tonalá se visitó una sucursal Calidad Artesanal Tonalteca, donde se obtuvieron 3 muestras de esmaltes y 3 muestras de pigmentos. Además, se visitó la sucursal de Weico de Grupo Kalidad para confirmar la información encontrada en su sitio web.

- Análisis

Para lograr el objetivo que rige esta investigación, se diseñó una ruta de análisis que guiara y otorgara una estructura particular a cada una de las partes que la componen. Esta ruta de análisis permitió organizar la información recabada en campo, la información documental y la otorgada por los canales de información públicos oficiales.

Cada una de las tres industrias tiene su propia lógica de trabajo y distribución de los compuestos de plomo que utiliza, por lo que cada una responde a diferentes tipos de información. La ruta de análisis se dividió en seis categorías: importación, minería, reciclaje o procesamiento de material, productores de óxido de plomo, distribuidores y usuarios finales, en este caso los alfareros para la industria de la alfarería, y los fabricantes de las industrias de pinturas y plásticos.

Es importante mencionar que estas categorías pueden no ser las únicas vías de alimentación para las industrias, pero en la investigación se pudieron identificar como las vías más representativas. Cada una de las industrias tiene características que las hacen únicas, por lo que el tratamiento de la información requirió de diversas técnicas de investigación para conocer los flujos por donde las sustancias químicas de plomo transitan.

Anexo 3. Resultados de las concentraciones de plomo de las 33 muestras de esmaltes, vidriados y pigmentos recolectados en el trabajo de campo.

N° de muestra	Localidad donde se consiguió la muestra	Color visible de la muestra	El vendedor lo identificó como: Sin plomo Con plomo No sabe o no identificó	Contenido de Plomo (ppm)
MEX_001	Atzompa, Oaxaca	Amarillo	No sabe o no identificó	370,000.00
MEX_002	Atzompa, Oaxaca	Verde oscuro	No sabe o no identificó	<47
MEX_003	Atzompa, Oaxaca	Blanco	No sabe o no identificó	330
MEX_004	Atzompa, Oaxaca	Amarillo	No sabe o no identificó	<44
MEX_005	Atzompa, Oaxaca	Blanco	No sabe o no identificó	<44
MEX_006	Atzompa, Oaxaca	Amarillo	No sabe o no identificó	930,000.00
MEX_007	San Felipe, Guanajuato	Amarillo	Con plomo	910,000.00
MEX_008	San Felipe, Guanajuato / Materiales Cerámicos Salazar	Amarillo	No sabe o no identificó	800,000.00
MEX_009	Chapantongo, Hidalgo.	Amarillo	No sabe o no identificó	900,000.00
MEX_010	Chapantongo, Hidalgo.	Blanco	No sabe o no identificó	<46
MEX_011	La Trinidad Tenexyecac, Tlaxcala	Amarillo	No sabe o no identificó	800,000.00
MEX_012	Barrio de Analco, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla	Blanco	Sin plomo	51
MEX_013	Barrio de Analco, Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla	Amarillo	Con plomo	900,000.00
MEX_014	Cohuecan, Puebla	Blanco	No sabe o no identificó	<37
MEX_015	Cohuecan, Puebla	Blanco	No sabe o no identificó	490
MEX_016	Zapopan, Jalisco	Azul claro	Sin plomo	<40
MEX_017	Zapopan, Jalisco	Rosa	Sin plomo	36
MEX_018	Zapopan, Jalisco	Azul fuerte	Sin plomo	300,000.00
MEX_019	Zapopan, Jalisco	Naranja	Sin plomo	470,000.00
MEX_020	Zapopan, Jalisco	Morado	Sin plomo	16,000.00
MEX_021	Zapopan, Jalisco	Negro	Sin plomo	<49

Tabla Anexo 3. Resultados de las muestras de laboratorio. Fuente: elaboración propia.

