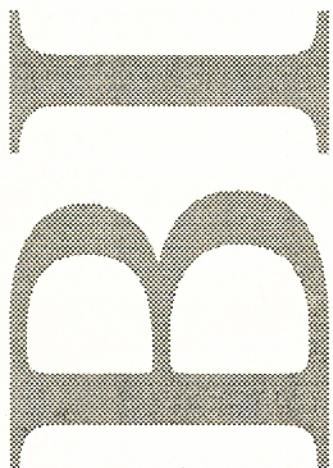
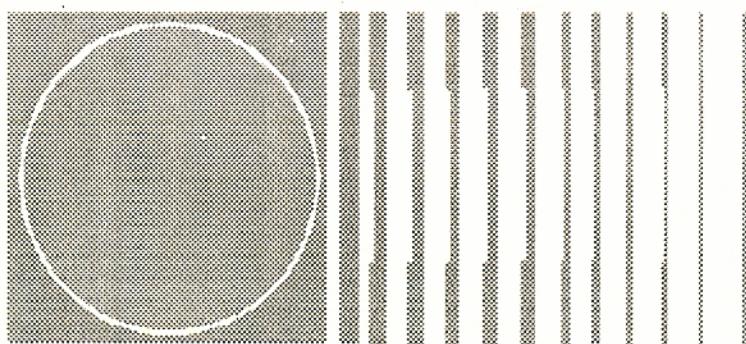


Plomo: El Enemigo Invisible

*La contaminación por
plomo en Venezuela*



por
Aldemaro Romero Díaz, Ph.D.
y
Roberto Prato Ochoa

Caracas, mayo de 1993

Indice de Materias

Resumen ejecutivo	7
1. Historia del plomo como sustancia tóxica entre los seres humanos	11
2. Metabolismo	13
3. Efectos	14
4. Medición	18
5. Tratamiento	18
6. Fuentes de intoxicación	20
6.1 Gasolina: La adición del plomo a la gasolina y el caso de Venezuela	20
6.2 Plomo en el aire	24
6.3 Plomo en sangre	29
6.4 Eliminación del plomo de la gasolina	31
6.5 Posición de las compañías de plomo	35
6.6 Posición del Estado venezolano (PDVSA y MARNR)	36
6.7 Pintura con plomo	40
6.8 El agua	41
6.9 Vegetales y frutas	42
6.10 Alimentos enlatados en recipientes soldados con plomo o vendidos en puestos de comida callejera	42
6.11 Vasijas, platos, jarras, copas de cerámica	43
6.12 Erosión de los suelos desprovistos de vegetación	43
6.13 Perdigones y balas de plomo: naturaleza del problema	44
6.13.1 Magnitud del problema	44
6.13.2 El "ciclo" del plomo de los perdigones de caza	45
6.13.3 Soluciones	46
6.13.4 Acciones a tomar en Venezuela	47
6.14 Los cigarrillos	47
6.15 Licor ilegal	48
6.16 Plomo en los desechos sólidos	48
6.17 Otras fuentes de plomo	48
7. Exposición ocupacional	48
8. Conclusiones	49
9. Otras consideraciones	50
Fuentes documentales	51
Literatura citada	52

Resumen ejecutivo

El plomo es una de las sustancias naturales más tóxicas que existen y sus diferentes usos industriales, particularmente como aditivo antidetonante en la gasolina, ha creado crisis de salud pública a nivel mundial. Contribuye a complicar la situación el hecho de que los síntomas de plumbismo tiendan a pasar desapercibidos al confundirse con los de otras afecciones.

En Venezuela se registran altísimos niveles de plomo en sangre entre habitantes de áreas metropolitanas, un 85% del cual tiene su origen en el tetraetilo de plomo contenido en la gasolina que se consume en el país. De hecho, en todas las ciudades venezolanas donde se ha medido ese contaminante en sangre, el mismo aparece por encima de los niveles permisibles de acuerdo a los parámetros internacionales. Además de ello, se ha encontrado que el 62,75% de los recién nacidos en zonas urbanas del país ya presentan niveles de plomo en sangre por encima de los niveles permisibles y el cual ha sido transferido de la madre al feto por vía umbilical.

Un cálculo conservador indica que de atenderse los casos más urgentes de plumbismo en nuestro país, tendría un costo de 19.000 millones de dólares sin que ello signifique que los daños permanentes de tipo neurológicos causados en la población infantil puedan revertirse.

Funcionarios del Estado venezolano, especialmente de PDVSA y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, ha conspirado claramente para evitar que las cifras de plumbismo en Venezuela se hagan públicas y para que se achaque la culpabilidad de tal intoxicación a la gasolina que se vende en el país, a pesar de que Venezuela produce y exporta gasolina sin plomo pero no la vende en el mercado interno, lo que hace de nuestro país uno de los pocos en el Hemisferio Occidental que sólo vende gasolina con plomo a sus consumidores locales.

Asimismo, se carecen de controles acerca de la contaminación por plomo en el agua, alimentos y pinturas. También ya se están presentando en el país casos de envenenamiento por plomo en aves con lo que ello representa como problema de salud pública como de conservación de nuestra biodiversidad.

Se propone un programa de eliminación del plomo en la vida cotidiana de los venezolanos cuyo impacto económico sería beneficioso para el país ya que disminuirían los costos de atención por casos de plumbismo en el sistema de salud venezolano al tiempo que dejaríamos de importar productos plumbíferos, lo que significaría un ahorro de divisas.

LEAD POLLUTION IN VENEZUELA

Executive summary

Lead is one of the most toxic natural substances in nature and its different industrial uses, particularly as an antiknock additive in gasolines, have generated public health crisis all around the world. This problem is further complicated by the fact that the typical symptoms that accompany lead poisoning, are hard to detect as such, since they are common to many other maladies.

There are high levels of lead in blood among the inhabitants of the urban areas in Venezuela, 85% of which is originated from the use of lead tetraethyl in the gasoline that is consumed in the country. As a matter of fact, in all the Venezuelan cities where that metal in blood has been screened, it shows well above the international permissible levels. Furthermore, 62.75% of newborn children in urban areas of the country, already show blood lead levels above the permissible levels and is a result of placental transfer from the mother to the unborn child.

A conservative estimation indicates that in order to provide medical assistance to the most urgent cases of lead poisoning in Venezuela, it is needed 19 billion US \$, regardless the fact that the permanent neurological damages caused among the preteen population can not be reversed.

Public officials, particularly from the state-own oil monopoly, PDVSA, and the Ministry of the Environment, have conspired in order to hide from the public the information regarding lead blood levels and the fact that its major contributing factor is the leaded gasoline sold in Venezuela, a country that produces and exports unleaded gas but it is not sold in the internal market, which makes of it one of the few countries in the Western Hemisphere which still does not offer unleaded gas to its citizens.

Additionally, there are not governmental controls on lead in water, food, and paints. Also, there are already reports of lead poisoning among the waterfowl of Venezuela, which represents a serious health problem and a threat to our biodiversity.

We propose a program aim to eliminate lead as an environmental and health hazard which will positively contribute to the country's economy by lowering the medical treatment costs of lead poisoning cases and by diminishing the importation of lead products which, in turn, will decrease the amount of foreign currency spent by the country in such trade.

Presentación

La contaminación con plomo es una de las perturbaciones al medio ambiente más graves a nivel mundial. La exposición a concentraciones anormalmente elevadas de este metal tóxico debido a su uso como componente de aditivos para gasolina, así como de otros productos, ha generado un problema de salud pública que se muestra como especialmente cruel al afectar principalmente a los niños, incapacitándolos mental y físicamente, resultando en el deterioro de los recursos intelectuales de la humanidad y en una carga económica debido a los altos costos de los tratamientos para mitigar sus efectos. Las consecuencias de los crecientes niveles de plomo presentes en la atmósfera y los océanos, sin precedente en la historia de la Tierra, podrían resultar muy desfavorables para la vida en general.

Tal ha sido la motivación para eliminar el plomo como aditivo para la gasolina en muchos países, así como la regulación de su uso en la fabricación de muchos productos y un control de su presencia en los desechos. El estudio detallado del comportamiento del plomo vertido en la biosfera ha revelado su dispersión hacia áreas de cultivo, con la consecuente contaminación de cosechas, así como el envenenamiento de aves silvestres por ingestión de perdigones de caza y la prolongación en el tiempo del problema por la fijación de partículas de plomo en los suelos.

Al no manifestarse de forma conspicua, el problema tiende a pasar desapercibido por la opinión pública, hasta que es tal su dimensión que sus efectos son trágicamente evidentes y es, demasiado a menudo, muy tarde. Por ello es necesario informar con el fin de lograr instrumentos legales menos tolerantes ante la problemática, e implementar iniciativas comunitarias que son esenciales para el control efectivo de la situación.

En Venezuela, las evidencias acerca de la magnitud del problema de contaminación por plomo son muy inquietantes: en muchas áreas urbanas los niveles de plomo en la sangre superan los actuales límites permisibles de países donde se ha reconocido la alta peligrosidad de este metal; el aumento local de consumo de gasolina con plomo permite establecer el agravamiento progresivo del problema a pesar de que en el país se producen aditivos que no contienen plomo; no existe la más mínima normativa que regule la fabricación de productos que contienen plomo ni mucho menos programas de manejo de residuos contentivos de éste; no se controlan los niveles de plomo en el agua de uso doméstico y se han encontrado altos niveles de plomo en áreas vecinas a vías con alta circulación de vehículos. Hay evidencia de que la vida silvestre comienza a ser afectada por la ingesta o disolución de perdigones de plomo usados en cacería, con funestas consecuencias para la calidad del agua en reservorios naturales, así como contaminación de agua para riego y suelos bajo uso agrícola.

Como parte del cumplimiento de nuestra finalidad de elevar el nivel de vida de los venezolanos, en BIOMA reconocemos como crucial informar sobre la naturaleza y magnitud de este problema, como fase inicial de su solución.

Plomo: el enemigo invisible

la contaminación por plomo en Venezuela

1. Historia del plomo como sustancia tóxica entre los seres humanos

El plomo es un elemento relativamente poco abundante en condiciones normales del medio ambiente terrestre; la corteza terrestre lo contiene en un 0,0016%, en comparación con otros metales como el hierro (5,0%), el sodio (2,8%), el magnesio (2,1%) o el manganeso (0,1%). La atmósfera y el océano lo contienen en proporciones asimismo modestas, 0,003 y 0,03 partes por billón en peso como promedio respectivamente (TABLA 1). En estas condiciones los organismos de la Tierra evolucionaron en un entorno prácticamente libre de plomo. No lo incorporaron, al contrario que a los metales arriba citados, a ninguna función metabólica, estando la composición promedio del tejido vivo virtualmente desprovista de este elemento.

El conjunto de circunstancias naturales que resulten en un incremento local de los valores normales de plomo son, según lo anterior, extremadamente raras. Carbonatos y sulfatos de plomo de origen hidrotermal son los principales minerales que contienen este metal; eventualmente expuestos por erosión y disueltos por aguas de escorrentía, o incorporados como partículas a la atmósfera son el origen del plomo atmosférico y oceánico normal. Sedimentos de origen volcánico o hidrotermal enriquecidos con plomo pueden dar lugar a suelos, arcillas o areniscas con valores altos de plomo en su composición.

Sin embargo, su punto de fusión relativamente bajo (324°C), lo que hace sospechar de su descubrimiento accidental entre las piedras de alguna hoguera, y la presencia de yacimientos en el área del Mediterráneo y cercano oriente, regiones de asiento de importantes núcleos de temprana civilización, hicieron posible su uso y difusión. De allí que el plomo haya sido extraído y utilizado por los seres humanos durante milenios. Su ductibilidad, no corrosibilidad y otras propiedades, lo han hecho uno de los metales más útiles para la humanidad. Su uso, sin embargo, ha conducido al envenenamiento de millones de personas en todo el mundo.

La enfermedad producida por la intoxicación por plomo es conocida como "plumbismo", esto en alusión a su nombre en latín, *plumbum*, debido a lo cual su símbolo químico es Pb. Otra denominación para esta afección es la de "saturnismo". Esta última deriva del nombre que daban los alquimistas a este elemento, asociándolo al planeta Saturno por lo pesado de los movimientos aparentes de éste en el cielo.

Los egipcios en la época de los faraones usaban el plomo en ornamentos y cosméticos. Ya desde entonces, hace 3.000 años, se han encontrado referencias al plumbismo. Hipócrates (470-370 AC) ya reconoció esta enfermedad entre los mineros que extraían este metal. Hace más de 2.000 años el poeta griego Nicander mencionaba esta enfermedad, ya que los griegos utilizaban una aleación de plomo y plata para cálices donde guardaban el vino.

Si bien los griegos sabían de los efectos del envenenamiento por plomo, los romanos al parecer lo desconocían y el plumbismo era común entre los miembros de las clases superiores, ya que solían almacenar el vino en vasijas de cerámica hechas con arcilla que tenía un alto contenido de plomo. También cocinaban en ese tipo de vasijas para así evitar tanto el mal sabor que se produce cuando se cocina en vasijas de cobre, como los síntomas más obvios de envenenamiento por cobre.

El plomo también se usaba como material de construcción de cañerías en esa época. De hecho, muchos historiadores achacan al plumbismo y su consecuente disminución del cociente intelectual, como una de las causas de la caída del Imperio Romano.

Una de las causas de la caída del Imperio Romano fue, según algunos historiadores, una aguda intoxicación colectiva por plomo.

En la Edad Media, el plomo se utilizaba ampliamente para decorar los techos de las catedrales, como un elemento en la construcción

**TABLA 1. CONCENTRACION DE PLOMO
(PARTES POR BILLÓN O PPB) POR UNIDAD DE PESO QUE SE
PUDE HALLAR SEGUN LAS CIRCUNSTANCIAS**

LOCALIDAD	CONCENTRACIÓN (PPB/PESO)
AIRE PURO	0.0003-0.011
PROMEDIO ATMOSFÉRICO MUNDIAL	0.003
AGUAS MARINAS PROFUNDAS	0.01-0.03
AGUAS MARINAS SUPERFICIALES	0.07
AIRE RURAL EE.UU.	0.5
AIRE URBANO EE.UU.	1-4
AGUA POTABLE PROMEDIO	4
NIVEL PERMISIBLE EN AIRE URBANO	7
AIRE EN LA CALLE 45 DE NUEVA YORK	8
NIVEL PERMISIBLE EN EL AGUA POTABLE	50
MÁXIMO EN AGUA POTABLE EN EE.UU.	70
PLANTAS TÍPICAS	2.000
ROCAS SEDIMENTARIAS	16.000
SUELO TÍPICO	20.000
PLANTAS URBANAS	60.000-300.000
SUELO AL LADO DE LAS AUTOPISTAS	>100.000

Niveles de plomo en glaciares de Groenlandia

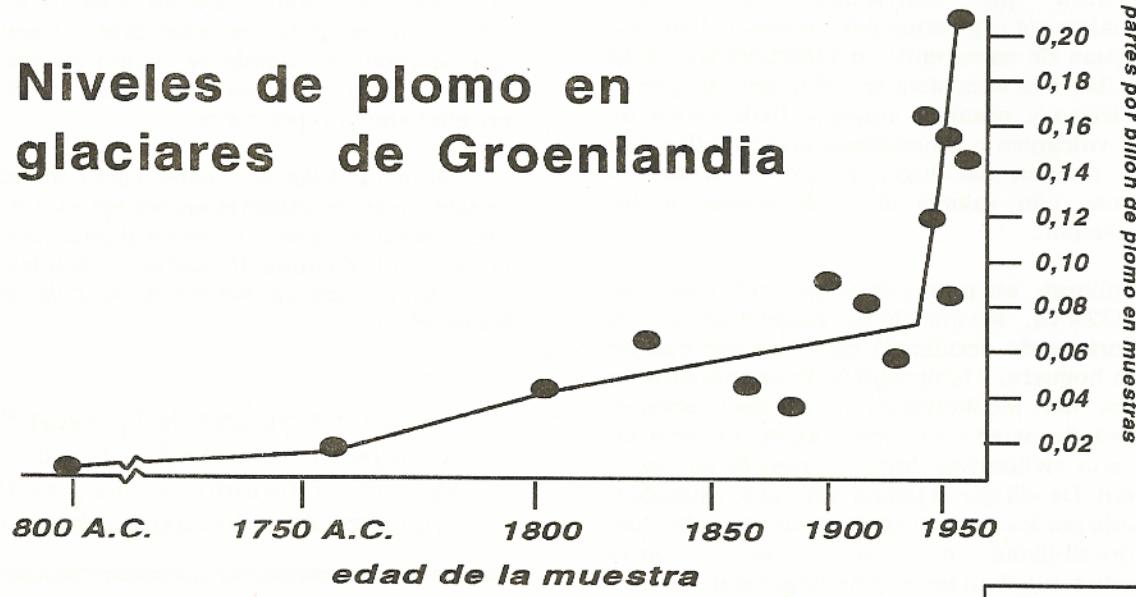


Figura 1

de los desagües de los tejados y como juntura entre las piezas de los vitrales.

En 1723 el gobierno de la colonia de la Bahía de Massachusetts, prohibió la destilación de ron en alambiques de plomo ya que producía "dolores intestinales". En 1767, Sir George Baker señaló que el "cólico endémico de Devonshire" se debía al uso de tubos de plomo en la manufactura de sidra de manzana.

En 1753, James Lind, quien recomendó el uso de jugo de limón o de lima para evitar el escorbuto, también advirtió acerca de guardar esos jugos en las vasijas de cerámica, dado que el contenido ácido de los mismos hacia que el plomo se desprendiese. Casos modernos de envenenamiento por beber en ese tipo de recipientes aún son abundantes.

Ya en 1904 apareció la primera referencia en la literatura médica acerca del envenenamiento por plomo en niños. Debido a la falta de métodos de diagnóstico adecuados, en aquel entonces sólo los casos más obvios, con síntomas tales como convulsiones, coma o muerte, eran identificados. Con los progresos en los análisis de sangre, en las décadas de los 40 y 50, fue que se comprobó que el envenenamiento por plomo entre los seres humanos era un problema mucho más agudo de lo que se pensaba.

En Venezuela, en 1981, se dió el primer caso serio diagnosticado de envenenamiento por plomo en forma masiva, entre obreros de una planta productora de óxido de plomo en Barcelona, Estado Anzoátegui.

La extracción y procesamiento por parte de la humanidad se ha revelado como un proceso mucho más eficiente que la erosión y disolución naturales para hacer ingresar plomo a la biosfera. La cantidad de plomo en las capas polares ha ido aumentando, de forma significativa, desde la Revolución Industrial. La cantidad de plomo en la capa de hielo de Groenlandia ha aumentado en cinco veces entre 1750 y 1940, y veinte veces entre 1750 y 1967 (véase Figura 1). Asimismo, la concentración de plomo en el agua de mar ha aumentado entre 3 y 5 veces desde que se introdujo la gasolina con plomo, haciéndolo el único metal pesado cuyas concentraciones en el océano se han incrementado de manera significativa por la acción humana.

Los niveles de plomo en los seres humanos de hoy son entre 500 y 1.000 veces mayores a los que habían antes de la Revolución Industrial. Cuando se compararon los dientes de siete momias egipcias, y de indígenas de zonas no industrializadas de México, con la de la población urbana de los Estados Unidos, se encontró que en estos últimos las cantidades de plomo eran 45 veces superiores a la de los otros dos grupos.

Según evidencias arqueológicas hoy los seres humanos tienen entre 500 y 1.000 veces más plomo en su organismo que hace 200 años

2. Metabolismo

El plomo es un veneno acumulativo ya que es muy difícil eliminarlo del cuerpo. Una vez ingerido al respirarlo, por vía de alimentos o a través de la piel, el mismo llega al torrente sanguíneo y de allí a los tejidos blandos, incluyendo los riñones y el cerebro, así como a los tejidos duros tales como los huesos y los dientes. El contenido de plomo en la sangre se considera generalmente la forma más precisa de medir la exposición al plomo a corto plazo. La vida media estimada de plomo en la sangre (es decir, el tiempo que se requiere para que la mitad del plomo ingerido desaparezca) es de 35 días. Se calcula que entre el 50 y 60% del plomo que ingiere una persona se elimina en un tiempo relativamente corto, la mayor parte del resto se acumula en los huesos donde queda retenido por largos períodos de tiempo. De hecho, el plomo en los huesos tiene una vida media estimada de 20 años, mucho mayor que la de cualquier toxina.

Las concentraciones de plomo presentes en la sangre y los tejidos blandos fluctúan rápidamente en consonancia con las tasas de absorción y excreción. Pero también se produce un lento intercambio de plomo entre estos tejidos y los huesos.

Bajo algunas condiciones, el plomo acumulado en los huesos puede ser transferido de nuevo a la sangre como, por ejemplo, durante el embarazo y la osteoporosis, ya que ambos procesos son responsables de la desmineralización del tejido

óseo. Debido a que el plomo puede ser transferido de la madre embarazada al feto, hace que el plumbismo sea, en efecto, una enfermedad hereditaria. Es por ello que es importante tener en cuenta el efecto acumulativo del plomo en el cuerpo, ya que pequeñas dosis del mismo, que en principio parecieran inofensivas, van teniendo un efecto acumulativo sobre el organismo. El establecimiento de este hecho ha impuesto la necesidad de límites permisibles de plomo en el ambiente cada vez más bajos en aquellos países donde se ha reconocido el plumbismo como un problema serio de salud pública.

Con los años las personas expuestas van acumulando plomo en sus huesos, en un intento de sus organismos por retirarlo del torrente sanguíneo. El problema tiene lugar cuando el cuerpo comienza a retener más plomo del que puede excretar o acumular en sus huesos, entonces el mismo se empieza a acumular en los tejidos blandos del cuerpo. Basta 1 mg extra de plomo al día, para que empiece a aparecer un exceso de plomo en la sangre lo cual es seguido por respuestas funcionales y metabólicas.

Los niños menores de 6 años (incluyendo los fetos), son dos veces más sensibles al envenenamiento por plomo que los adultos ya que, comparados con estos últimos, ellos absorben una mayor cantidad de plomo por unidad de peso tanto a través del aire como de los alimentos. La razón por qué son más afectados es que hasta los 6 años de edad, el sistema nervioso se está desarrollando rápidamente y el plomo actúa como una poderosa neurotoxina, alterando el delicado equilibrio químico que permite la transmisión de los impulsos nerviosos. Los niños que viven en un medio urbano, aún no estando expuestos a pintura con plomo, ingieren diariamente unos 160 mg de plomo, de los cuales absorben 75 mg que se distribuyen por todos los tejidos.

El control de la contaminación por plomo es nuestro compromiso moral con las futuras generaciones.

**Los niños pequeños
son dos veces más sensibles
al envenenamiento por plomo
que los adultos**

A principios de 1993 el gobierno norteamericano declaró al plomo como el principal peligro ambiental para los niños de ese país, a pesar de que allí la gasolina con plomo había desaparecido casi totalmente del mercado.

3. Efectos

Se cree que no hay órgano que sea inmune al efecto de la toxicidad del plomo. No se conocen efectos positivos del plomo en ningún organismo vivo, pero sus efectos negativos están bien documentados; éstos se enumeran a continuación:

A) *Efectos neurotóxicos*: Los efectos neurotóxicos a exposiciones relativamente bajas incluyen una disminución en la inteligencia, pérdida de la memoria de corto plazo, disminución de las habilidades de lectura y deletreo, disminución de las funciones visuomotoras, baja integración perceptual, disminución en el tiempo de reacción, inhibe la comunicación entre las neuronas y disminuye la conducción nerviosa, causa pérdida parcial de la audición, hiperactividad y problemas de conducta (véase Figura 2).

Los efectos de intoxicación por plomo sobre la inteligencia en los niños y su influencia en el posterior desarrollo mental de esos mismos niños en su vida adulta, han sido documentados más allá de toda duda. No sólo eso, incluso dosis que se pensaban que eran extremadamente bajas de plomo en sangre como 6 ó 7 µg/dl en madres embarazadas, pueden tener efectos negativos sobre los niños. La EPA (Environmental Protection Agency, Agencia de Protección Ambiental norteamericana) cree que el exceso de plomo es responsable de 143.500 casos anuales de reducción de inteligencia entre niños en los Estados Unidos.

El envenenamiento por plomo del sistema nervioso o encefalopatía de plomo produce lesiones cerebrales debido a inflamaciones al escaparse líquido de las arterias o por destrucción directa del tejido nervioso. En el caso de la inflamación (edema), lo que ocurre es que como el cerebro está confinado en el hueso duro del cráneo, las inflamaciones severas destruyen el tejido nervioso.

Un solo ataque de encefalopatía aguda puede causar retardo mental profundo y otras formas

Efectos de niveles de plomo en la sangre en niños

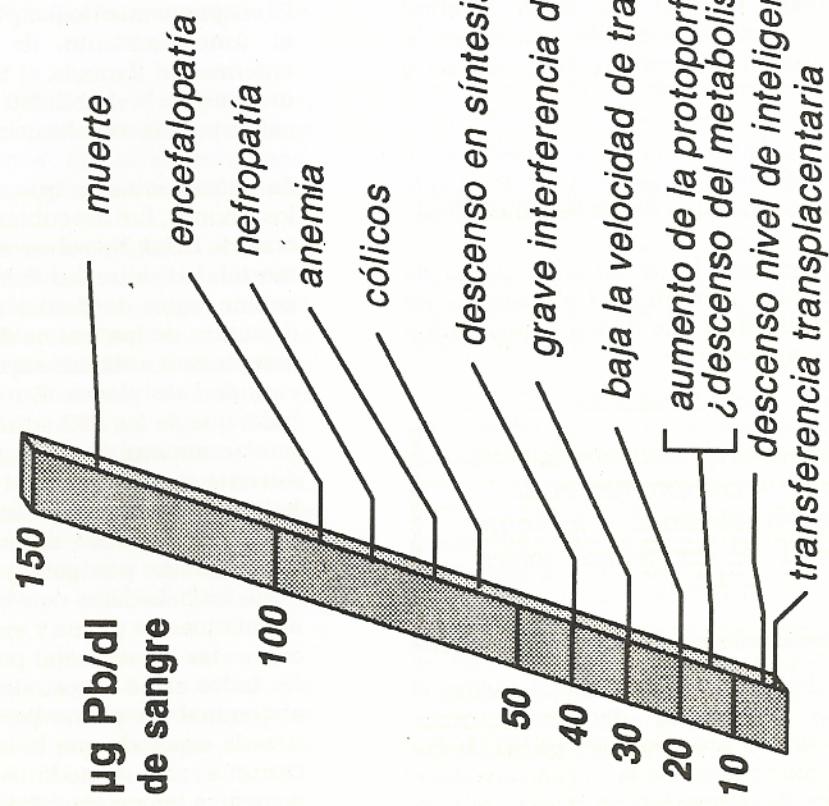
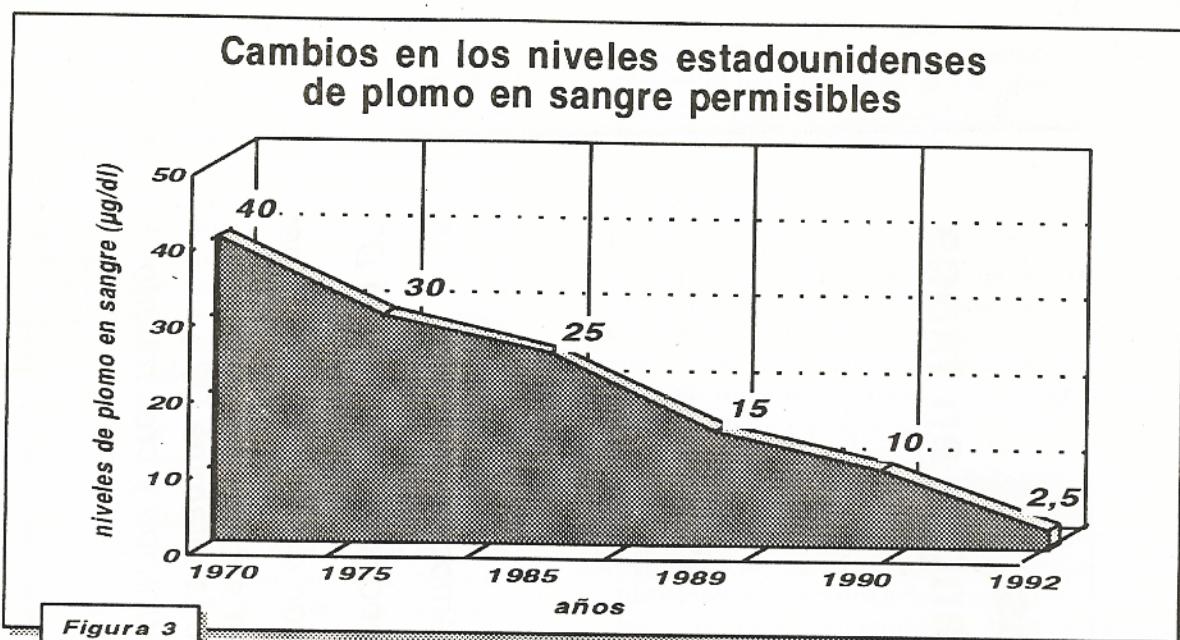


Figura 2



de daños neurológicos permanentes. Asimismo, ataques repetidos de plumbismo sintomático en los niños puede resultar en daño cerebral permanente que van desde dificultades en el aprendizaje hasta profundo retardo mental y epilepsia.

El otro efecto crónico a la sobreexposición al plomo es la enfermedad nerviosa periférica que afecta los nervios motores de las extremidades.

Niños con un contenido de 10 a 25 μg/dl de plomo en la sangre pierden de 4 a 6 puntos en pruebas de inteligencia que miden la memoria y habilidades de aprendizaje.

Los problemas de contaminación por plomo comprometen la capacidad intelectual, y la salud en general, de las generaciones futuras

B) Efectos metabólicos: A nivel del metabolismo, el plomo inhibe la acción de las enzimas (catalizadores de los procesos biológicos) de los seres vivos. Como consecuencia, el cuerpo reduce su producción de hemoglobina y con ello la capacidad de llevar oxígeno al resto de los tejidos

lo que se traduce en una anemia generalizada.

El envenenamiento por plomo afecta severamente el funcionamiento de los riñones en una enfermedad llamada el Síndrome de Franconi y disminuye la habilidad de absorber hierro y calcio y de metabolizar la vitamina D.

La nefritis crónica, que es el encogimiento de los riñones, fue descubierta en Australia en 1929 cuando L.J.J. Nye observó una alta incidencia de mortalidad entre los niños de Queensland que bebían agua de lluvia, recogida por medio de desagües de los techos de las casas recubiertas con pintura anticorrosiva que contiene una gran cantidad de plomo. En 1954, D.A. Henderson halló que de los 352 adultos en Queensland que habían acumulado una gran cantidad de plomo durante su infancia, de 14 a 40 años antes, 165 habían muerto y 94 presentaban nefritis crónica plúmbica. Esta enfermedad suele estar acompañada por gota y se presenta también entre los bebedores de whisky ilegal fabricado en alambiques de plomo y entre personas que están expuestas a este metal por razones industriales. En todos estos casos, sin embargo, la ingestión abdominal de plomo persiste por más de una década antes de que la nefropatía desaparezca. Durante este periodo la mayor parte de los pacientes tienen episodios de plumbismo agudo, lo que sugiere que tienen niveles de plomo en sus

tejidos por encima de los hallados en la población en general.

C) *Aparato circulatorio:* Se ha hallado una correlación directa entre los niveles de plomo y la hipertensión e irritabilidad. Hay quienes creen que en los Estados Unidos, entre 60.000 y 70.000 ataques de corazón por década podrían ser evitados, si los promedios de plomo en la sangre fuesen reducidos en un tercio. La EPA cree que en ese país se producen anualmente 118.400 casos de hipertensión, 75 hemiplejias y 370 ataques al corazón entre blancos de mediana edad generados por el plomo en el cuerpo.

D) *Reproducción:* El plomo afecta la capacidad de ovulación, retrasa la madurez sexual, genera impotencia, esterilidad y abortos espontáneos. En los humanos se ha comprobado que el plomo hace que se produzcan espermatozoides estructuralmente anormales.

E) *Cáncer:* Se ha comprobado que el plomo causa cáncer en ratas y este metal ha sido clasificado por la EPA como un "probable cancerígeno en seres humanos".

El saturnismo es difícil de diagnosticar, cantidades de plomo que son insuficientes para causar problemas obvios en seres humanos, pueden conducir a efectos adversos acumulativos.

Entre los síntomas más relevantes están la pérdida del apetito, debilidad, comportamientos extraños, apatía, falta de concentración, ataques nerviosos, problemas de coordinación y falta de destreza, irritabilidad, problemas de disciplina, desinterés por el juego, abortos, lesiones en el sistema neuromuscular, sistema circulatorio, cerebro y tracto gastrointestinal, insomnio, fatiga crónica, dolores en el estómago y el abdomen, náuseas, estreñimiento, vómitos, defectos congénitos. Asimismo puede causar la pérdida de tejido óseo (osteoporosis) en mujeres menopáusicas, coloración en los huesos y anorexia.

También, el nivel de plomo puede tener efectos distintos dependiendo de las características de la población. Por ejemplo, en personas que carecen de calcio suficiente en su dieta, así como hierro, cinc y fósforo, el efecto del plomo se magnifica. Ello hace que los niños que tienen una mala nutrición sean más sensibles al plumbismo que

los de otros grupos sociales, agravando aún más sus problemas de salud.

El plomo afecta más intensamente a los niños desnutridos

A raíz de ello, en septiembre de 1992, el gobierno de los Estados Unidos ordenó que la sangre de todos los niños menores de 6 años que asistían a consultas en la seguridad social (y por consiguiente eran niños probablemente de escasos recursos y con problemas nutricionales) debería ser analizada para saber si contenían o no niveles de plomo en sangre por encima de lo permisible.

Las implicaciones de la sensibilización de los niños desnutridos a los efectos del plomo en el contexto venezolano son muy inquietantes. Una amplia fracción de los residentes de áreas urbanas, con alta concentración de partículas de plomo en el aire a causa del uso de gasolina con plomo (véase página 17), particularmente en zonas llamadas marginales, carece de los recursos que les permitan asegurarse una nutrición adecuada. No existen planes de monitoreo sistemático de esta situación, ni mucho menos iniciativas para mitigarla.

4. Medición

Para poder detectar envenenamiento por plomo hacen falta análisis de sangre y otras pruebas especializadas.

Con la progresiva investigación sobre los efectos tóxicos del plomo en el organismo humano, los niveles de plomo considerados como aceptables han ido disminuyendo rápidamente. Así, para 1970 se consideraba que era 60 $\mu\text{g}/\text{dl}$, para ese mismo año bajó a 40. En 1975 a 30 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Para 1985 bajó a 25 y 1989 a 15. Para 1990 se colocó en 10 (véase Figura 3). Aún así, se han reportado efectos por debajo de esa medida. Es por ello que se ha señalado que la toxicidad en plomo es "continua", sin umbral, por lo que no importa la cantidad de plomo presente, la misma siempre tendrá algún efecto.

Si la cantidad de 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$ en sangre es sobre pasada, entonces ocurren los síntomas agudos. Aunque no hayan síntomas agudos a

niveles por encima de 45 μg , el niño debe ser tratado inmediatamente y alejado de la fuente de plomo.

La medición de plomo en la sangre generalmente requiere la extracción de entre 5 y 10 cc de sangre lo que son cantidades relativamente elevadas para un niño. Es por ello que a veces se utilizan otros métodos como el de espectrofotometría de los cabellos, dientes y pruebas de orina. Sin embargo ninguno de ellos es un perfecto sustituto para el análisis sanguíneo para realmente saber la exposición de una persona al plomo.

Hoy en día se han desarrollado nuevas técnicas y equipos que, como el hemaflurómetro requiere sólo de una gota de sangre y para medir plomo *in situ*, se usan aparatos fluorescentes portátiles de rayos-X. Sin embargo estos aparatos son costosos y su manejo requiere de personal técnico especializado.

5. Tratamiento

Desde el punto de vista práctico, la única cura real contra del plumbismo es la prevención ya que los tratamientos actuales son costosos y dolorosos y nunca llegan a eliminar por completo el plomo del cuerpo. En cualquier caso, esos tratamientos no revierten el daño neurológico causado. Lamentablemente el plomo es un elemento que ningún proceso, excepto una reacción nuclear, puede convertirlo en algo más inocuo. Así, una vez extraído del subsuelo y comercializado, el plomo puede ejercer su toxicidad en la biosfera de forma indefinida.

El tratamiento del plumbismo es, en el mejor de los casos, una cura parcial. Es costoso y no extrae todo el plomo del cuerpo ni hace, como hemos mencionado, de los daños neurológicos algo reversible. Si bien la eliminación del plomo del ambiente también es costosa, es menos costosa y más permanente que el tratamiento contra el plumbismo.

El tratamiento se realiza con los llamados agentes quelados o quelantes (del griego *chele* = pinza). Son moléculas que tienden a unirse fuertemente a los átomos de ciertos minerales, haciéndolos altamente solubles. Estos agentes extraen el plomo de los tejidos siendo metabolizados por medio del riñón y el hígado. Los quelantes suelen actuar con bastante rapidez y eficacia. Entre los

agentes quelados están el EDTA (edatamil, patentado por el químico alemán F. Munz en 1935) y el BAL (una droga desarrollada por el británico R. Peters en 1940 como antídoto contra armas químicas). Tras ser administradas estas sustancias, el tratamiento sigue con otro agente, la d-penicilamina, la cual es administrada oralmente. Con el EDTA, el paciente excreta más de 3 μg de plomo al día.

Antes de que los agentes quelados fueran utilizados en el tratamiento del plumbismo, dos terceras partes de los pacientes infatiles morían de encefalopatía plúmbica. Hoy sólo mueren menos del 5% de esos pacientes. Sin embargo, este tratamiento no ha sido efectivo contra los daños cerebrales entre los afectados: más del 80% de los pacientes con encefalopatías plúmbicas presentan defectos permanentes como retardo mental, parálisis cerebral y ceguera. Si un afectado vuelve al mismo ambiente en el cual se intoxicó con plomo, entonces las posibilidades de recurrencias aumentan en un 100%. En casos de que el niño haya sufrido sólo un episodio de encefalopatía plúmbica, el 25% de los sobrevivientes quedan con daños permanentes. Así pues, el tratamiento no es suficiente, por lo que la enfermedad debe ser preventiva a toda costa.

El tratamiento del plumbismo no revierte los daños neurológicos por lo que la enfermedad debe prevenirse a toda costa

Tras las primeras dosis de EDTA, su administración debe ser suspendida por algunos días para permitir que el cuerpo redistribuya el plomo a tejidos más accesibles. Los niveles normales de excreción de plomo por la orina en personas sanas es de 15 a 24 μg por litro. Cuando el EDTA u otros quelados son administrados a personas con niveles normales de plomo, la excreción de plomo en la orina aumenta a 165 μg por litro, pero si la persona presenta plumbismo, entonces la excreción llega hasta 1.000 $\mu\text{g}/\text{l}$ de orina.

El primer caso de tratamiento con quelados fue en el Hospital de Niños de Washington en 1951 donde se trató un niño con EDTA exitosamente.

Acciones a tomar dependiendo del nivel de plomo en la sangre en niños

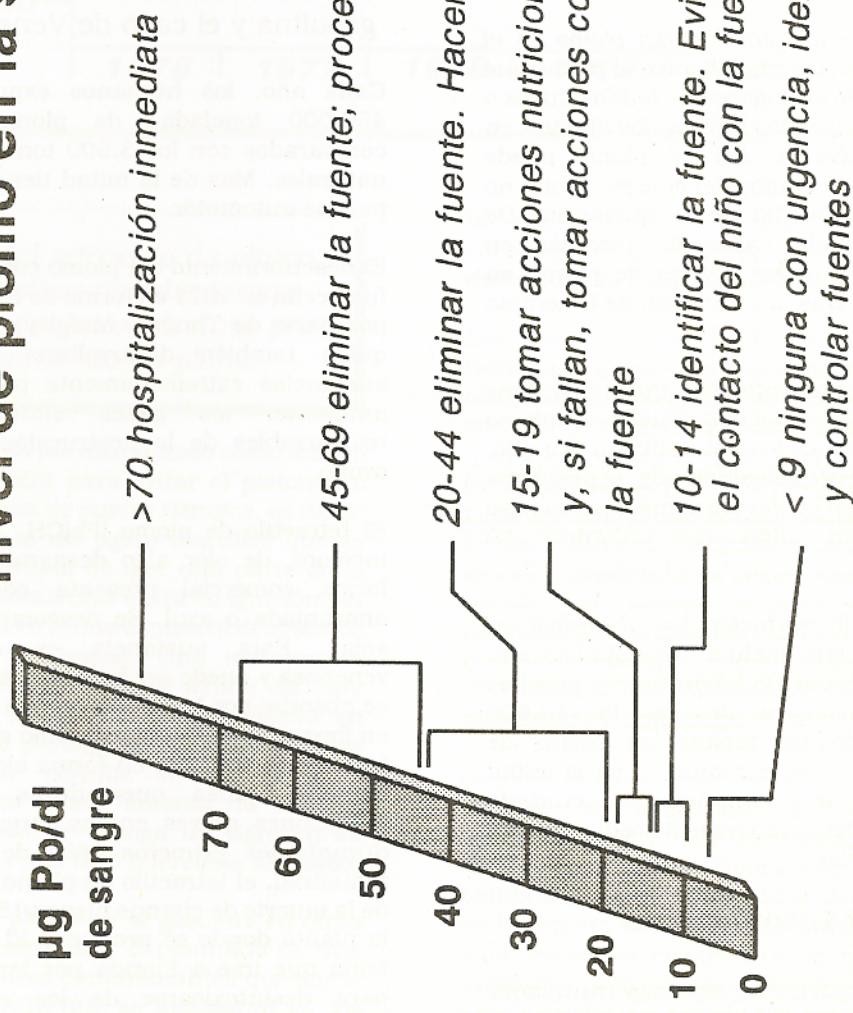


Figura 4

Los pacientes candidatos a ser sometidos a una terapia de quelación, generalmente pasan un día entero en el hospital bajo observación y pruebas y si esas pruebas demuestran que se debe proceder a la quelación, entonces ese paciente pasa otros 5 días allí para tratamiento y pruebas posteriores. La quelación sólo se aplica para un número reducido de casos ya que la misma no está libre de riesgos.

La quelación tiene tres grandes limitaciones:

1. *La quelación no repara el daño neurológico*; lo único que hace es disminuir las probabilidades de que continúe ese daño. Así, pues, los niños tratados por plumbismo aún requieren de educación especial y otras terapias cognoscitivas o educativas por mucho después del tratamiento inicial.

2. *No actúa sobre la totalidad del plomo en el organismo*: La quelación no alcanza al plomo que se haya depositado en lugares de tejidos duros o por largo tiempo, como los huesos, los dientes, en cerebro o los riñones. Así, el plomo puede reentrar los tejidos blandos del cuerpo. Y esto no es prevenible por medio de la quelación. De hecho se han dado casos de recaídas en pacientes en los que los niveles de plomo en sangre aumentan tras la aplicación de la terapia de quelación.

3. *No tiene efecto preventivo*: La quelación tiene poco efecto cuando el paciente vuelve al mismo ambiente al que le indujo el plumbismo. Por ello, a menos que la fuente sea eliminada, el problema reaparecerá. Hay en la literatura médica, un caso reportado de un niño que requirió 19 quelaciones.

4. *Los costos de la quelación son elevados*: un sólo tratamiento que incluye hospitalización, visita médica, pruebas de laboratorio y pruebas y evaluación psicológica alcanza los 10.000 dólares. Todo ello sin incluir los costos de sesiones múltiples que se requieren en la mitad de los casos ni tampoco el cuidado postratamiento tales como remedios educativos y pruebas psicológicas.

6. Fuentes de intoxicación

Los venezolanos ingerimos pequeñas cantidades de plomo todos los días a través del aire que

respiramos, los alimentos que comemos y el agua que bebemos. En Venezuela, el 85% de la contaminación por plomo proviene de la gasolina con aditivos a base de plomo fabricada por las empresas filiales de Petróleos de Venezuela, S.A. (PDVSA), un monopolio del Estado venezolano, y el resto proviene de la pintura, agua potable, plaguicidas, comida enlatada y por contaminación industrial.

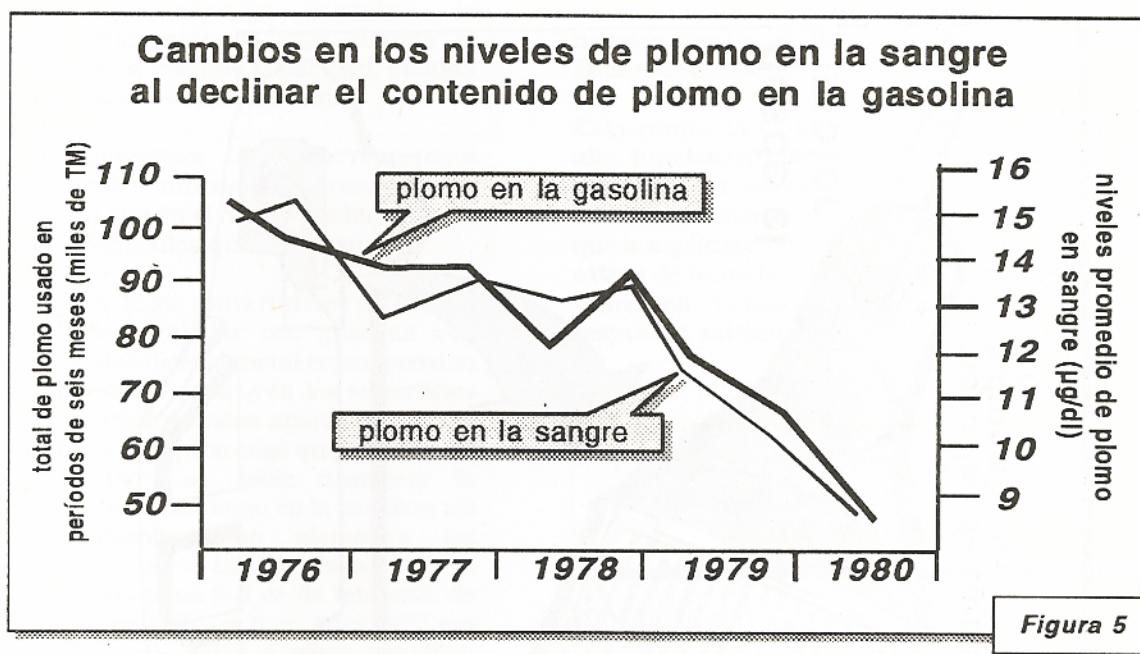
En Venezuela el 85% de la contaminación por plomo proviene de la gasolina con aditivos a base de este metal

6.1 Gasolina: La adición del plomo a la gasolina y el caso de Venezuela

Cada año, los humanos expulsamos al aire 450.000 toneladas de plomo al ambiente, comparados con los 3.500 toneladas de fuentes naturales. Más de la mitad tiene su origen en el parque automotor.

El descubrimiento del plomo como antidetonante fue hecho en 1921 en forma de tetraetilo de plomo por parte de Thomas Midgley, Jr. (1889-1944), quien también desarrollaría otro grupo de sustancias extremadamente peligrosas para el ambiente: los gases clorofluorocarbonados responsables de la destrucción de la capa de ozono.

El tetraetilo de plomo $[Pb(CH_3)_4]$ es un líquido incoloro, de olor algo desagradable que en su forma comercial presenta coloraciones roja, anaranjada o azul. Se descompone ante la luz solar. Esta sustancia es extremadamente venenosa y puede ser fatal si se inhala, se traga o se absorbe por la piel. El aditivo para la gasolina en forma de tetraetilo de plomo es tres veces más tóxico que el plomo en forma elemental. Su solo contacto causa quemaduras en la piel e irritaciones graves en las mucosas. De hecho durante los primeros años de su producción industrial, el tetraetilo de plomo fue responsable de la muerte de cuando menos 15 trabajadores en la planta donde se producía. El propio Midgley tenía que irse a Florida por largas temporadas para desintoxicarse de los efectos de esta sustancia.



El inventor del tetraetilo de plomo para la gasolina pasaba largas temporadas desintoxicándose por envenenamiento de plomo

El tetraetilo de plomo fue introducido como aditivo a la gasolina en 1923 para evitar el pistoneo o picado de los motores de cuatro tiempos, es decir, el ruido semejante a un ligero martilleo que se produce a consecuencia de que una parte de la mezcla de aire y combustible entra en ignición por sí sola quemándose en forma explosiva después de ser iniciada por las bujías. Una vez que se produce la combustión con la ayuda de este aditivo, el plomo es vertido a la atmósfera en forma de pequeñas partículas que miden menos de 5 μm , lo que permite su inhalación y dispersión. En los años sesenta la famosa propaganda de Esso de "ponga un tigre en su tanque" no era más que una referencia al plomo.

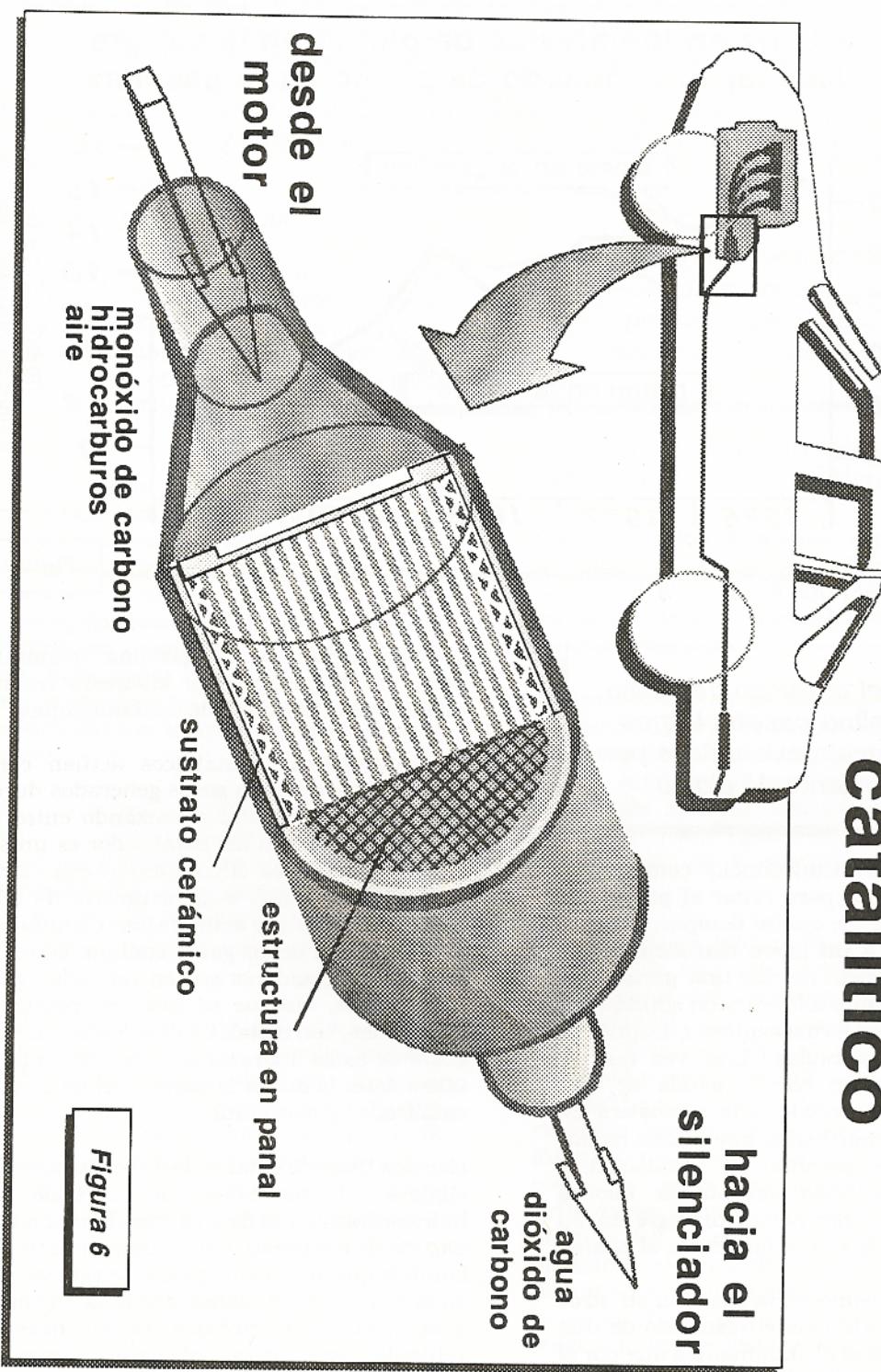
La eliminación del plomo en la gasolina en otros países fue inicialmente más el resultado de una preocupación por otros contaminantes que por el plomo en sí. Ello hizo que se instalaran en los carros los convertidores catalíticos, que mejoran

la combustión de la gasolina (disminuye el consumo de gasolina por kilómetro recorrido) y disminuye la cantidad de contaminantes.

Los convertidores catalíticos actúan como un horno que quema los gases generados durante la combustión del motor alcanzando entre 400° y 800° C. El corazón del catalizador es un soporte hecho de cerámica cuyo interior, con estructura en forma de panal, está recubierto de una fina capa de metales que actúan como catalizadores en la eliminación de los gases contaminantes. Estos metales catalizadores suelen ser rodio, platino y paladio que, aunque se usan en pequeñas cantidades, son metales valiosos que hacen que el costo de estos aparatos sea elevado: entre 600 y 900 dólares (a mayor tamaño el vehículo, mayor el catalizador y más caro).

Hay dos tipos de catalizadores: el de dos vías (que elimina el monóxido de carbono y los hidrocarburos) y el de tres que elimina además el dióxido de nitrógeno. Este último tiene una sonda Lambda que analiza los gases, detecta variaciones en la riqueza de la mezcla y ordena su corrección a la inyección electrónica, lo que hace que el vehículo sea más eficiente consumiendo combustible, ahorrando así dinero a largo plazo. Como productos de la catalización se generan

El convertidor catalítico



oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, vapor de agua y una pequeñísima cantidad de contaminantes residuales ya que cuando el convertidor trabaja a máxima capacidad, elimina más de un 80% de esos contaminantes.

Así, pues, el convertidor catalítico representa ventajas ambientales inmediatas y económicas a largo plazo, por lo que en el mundo ya hay más de 100 millones de vehículos que los llevan.

El único problema de los convertidores catalíticos es que no pueden trabajar con gasolina con plomo, las partículas de este metal en suspensión en los gases de escape destruyen las superficies catalizadoras internas de estos aparatos. Por ello fue que en 1973 la EPA promulgó que a partir del 1 de julio de 1974 se debía disminuir la proporción de aditivos de plomo en la gasolina así como ofrecer gasolina sin plomo a los consumidores de Estados Unidos. Para 1963, la gasolina de ese país tenía 2,3 cc de tetraetilo de plomo por galón y en 1970, 2,6 cc. Para 1975 era de 1,7 cc y 0,5 cc por galón a partir de 1979, llegando a 0,1 cc para 1987. Para 1993 el plomo de la gasolina en EE.UU. se había eliminado casi en su totalidad y a partir del 1 de enero de 1996 estará prohibida por completo la venta de cualquier aditivo con plomo en ese país.

Además de EE.UU. los países donde se vende gasolina sin plomo en sus mercados internos son: Canadá, México, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina, todos los países de Europa Occidental, Malasia, Taiwán, Corea, Tailandia, Japón, Australia, Nueva Zelanda y Arabia Saudita (véase Figura 6).

La gasolina con plomo que se vende en Venezuela contiene en promedio 1,6 cc de tetraetilo de plomo por galón en ciudades como Caracas y Maracaibo, es decir, 16 veces más que la que aún se vendía en Estados Unidos hasta 1992 y 4 veces más de la que suele vender en Europa. Es más, la que se vende en el interior del país aún contiene 2,2 cc/galón (la misma proporción que hasta 1990 se vendía en Caracas y Maracaibo). No sólo eso: a veces ocurren problemas con el proceso de refinación razón por la cual la proporción de plomo que se vende en la gasolina de Caracas es mayor a la habitual. Esto ocurrió cuando menos dos veces durante 1992. A pesar de que en sus propios folletos las compañías que venden el plomo para la gasolina recomiendan 1,5 cc/galón

(más de lo que en realidad hace falta como vimos anteriormente), PDVSA continúa colocando en nuestra gasolina mucho más aditivo del que hace falta especialmente en el interior del país.

Esta conducta es bastante extraña. Incluso, un alto funcionario de las industrias petroleras que pidió no ser identificado nos informó que en diversas ocasiones se ha dirigido a INTEVEP para que le explicasen por qué se colocaban cantidades extras de tetraetilo de plomo en la gasolina que se vende en Venezuela, sin nunca recibir una respuesta satisfactoria.

La industria petrolera nunca ha explicado por qué en Venezuela se le añade tanto tetraetilo de plomo a la gasolina

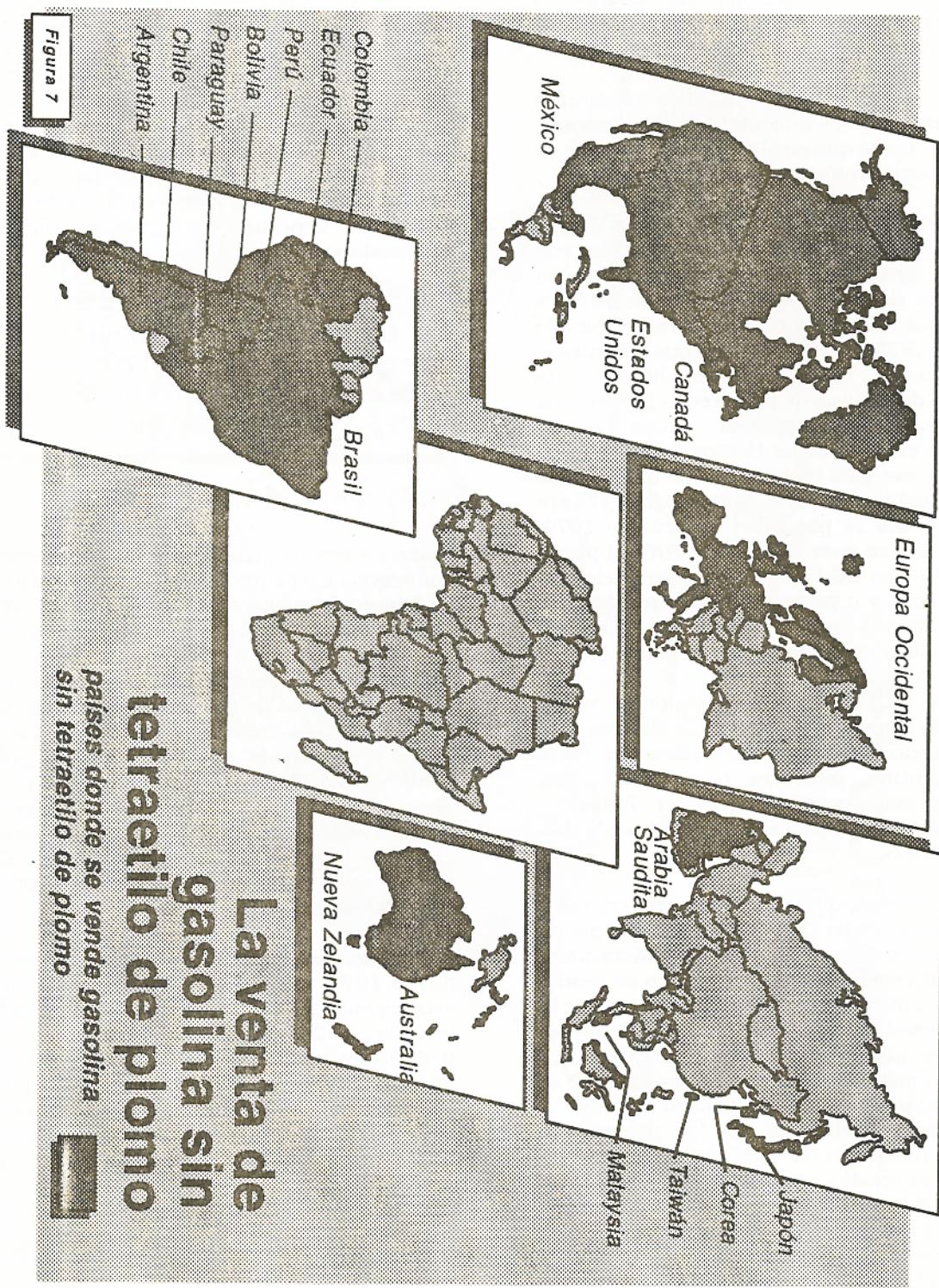
6.2 Plomo en el aire

Como ya hemos señalado, la mayor parte de la contaminación por partículas de plomo respirables en Venezuela proviene de la gasolina con tetraetilo de plomo consumida por el parque automotor.

Para 1990, se consumían cuando menos 26 millones de litros de gasolina diariamente con un incremento del 3,5% entre 1989 y 1990. Si tenemos en cuenta que cada litro de gasolina contiene 0,4227 cc de tetraetilo de plomo (o 1,6 cc por galón, cálculo conservador, ya que la gasolina que se vende en la mayor parte del país tiene 2,2 cc/gal), entonces estamos consumiendo cada día por uso de gasolina con plomo, 10.990.200 cc de tetraetilo de plomo.

Para diciembre de 1991, Venezuela contaba con 3.018.197 vehículos, parque automotor estructurado según se muestra en la Figura 7. Un total de 2.512.270 vehículos consumían 172.000 b/d (28 millones de litros diarios) de gasolina y 504.422 consumían 80.000 barriles (3,1 millones de litros) diarios de diesel. Eso representa el 46% de la producción nacional de esos combustibles. El resto, por supuesto, se exporta.

Este gigantesco parque automotor nos coloca como uno de los países con una mayor proporción de automóviles *per cápita* del mundo y la más alta de Latinoamérica (TABLA 2).



La venta de gasolina sin tetraetilo de plomo

países donde se vende gasolina sin tetraetilo de plomo



Venezuela tiene la mayor proporción de vehículos per cápita de Latinoamérica

TABLA 2. PROPORCIÓN DE PERSONAS POR VEHICULO EN VARIOS PAISES

PAÍS	PERSONAS/VEHÍCULO
ESTADOS UNIDOS	2
REINO UNIDO	3
KUWAIT	4
TRINIDAD Y TOBAGO	5
PORTUGAL	6
VENEZUELA	6,71
BULGARIA	7
BRASIL	10
MÉXICO	14
CHILE	19
COLOMBIA	36
INDIA	649
REPÚBLICA POPULAR CHINA	1.000
ETIOPÍA	1.238
REPÚBLICA CENTROAFRICANA	2.627

Y es posible que esta proporción siga aumentando en el futuro; de acuerdo a la industria automotriz venezolana, durante 1992 la venta de vehículos aumentó en un 106,7% con respecto al año anterior (véase TABLA 3).

TABLA 3. VENTA DE VEHICULOS EN LOS DOS ULTIMOS AÑOS EN VENEZUELA

1991	1992
77.752	146.046

El vehículo promedio en Venezuela tiene 10,5 años de uso. El 78% son modelos entre 1975 y 1988 los cuales, en general, no mantienen operativos los sistemas de control de emisiones, ni de reducción de consumo de combustible, como son las válvulas de ventilación del Cárter (PCV), recirculación de gases (EGR) y rampas de vapores y mucho menos convertidores catalíticos para el control de los gases de escape, puesto que la

gasolina en Venezuela contiene tetraetilo de plomo y esto hace que el catalizador de dicho dispositivo se destruya en pocas horas y quede fuera de servicio.

Asimismo desde 1988 no se practican controles sobre las emisiones de los vehículos tal y como ocurre en casi todos los países organizados del mundo, a pesar de que en nuestro país hay legislación al respecto.

Al contrario que en otros países en Venezuela no se practican controles de emisión en vehículos automotores

Este aumento en el parque automotor unido al bajo precio de los combustibles, ha traído como consecuencia que el consumo de gasolina haya aumentado drásticamente en los últimos años hasta llegar, como dijésemos anteriormente, a los 28 millones de litros de gasolina diariamente, lo cual, debido a los altos subsidios a este y otros combustibles, trae severas pérdidas económicas a la nación.

En Venezuela se consumen diariamente 28 millones de litros de gasolina

Los primeros estudios acerca del nivel del plomo en el aire llevados a cabo en Venezuela fueron realizados en 1977. Para aquel entonces se encontraban promedios cercanos a los $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de plomo en el aire. Para 1983 se encontraron niveles de $1,76$ y $1,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de plomo en el centro de Caracas, mientras que a la salida del túnel La Planicie el nivel fue de $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Estos niveles totales de plomo excedían el límite permisible entonces para los Estados Unidos de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 90 días. Esto tiene el agravante de que el 76% del plomo está en partículas $\leq 2,5 \mu\text{m}$ de diámetro las cuales llegan a los alvéolos pulmonares desde donde se libera por disolución al torrente sanguíneo.

En un estudio realizado entre 1984 y 1985, Valencia alcanzaba los $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de aire mientras

Estructura del parque automotor de Venezuela

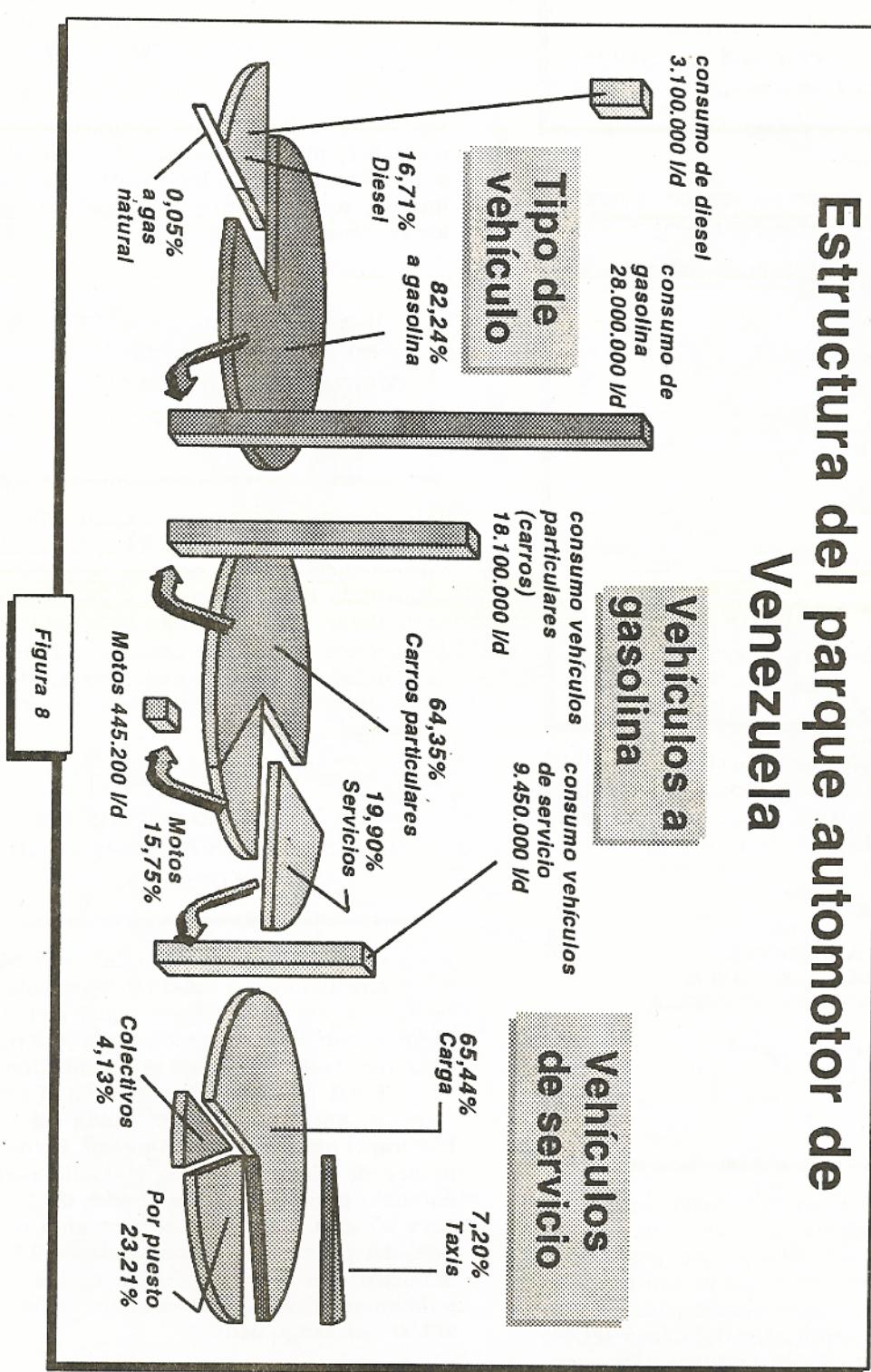


TABLA 4. NIVELES DE PLOMO EN EL AIRE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) DE VARIAS CIUDADES DE VENEZUELA ENTRE 1986 Y 1991

LOCALIDAD	1986	1987	1988	1988-89	1990	1991
CARACAS:						
SILENCIO INAVI	3.0	3.01	3.27	1.6		1.4
SILENCIO CSE	4.4			2.3-2.96		
EL CEMENTERIO	1.4	3.19	2.72	1.1	0.7	
LA VEGA	0.8	1.45	0.79	0.8		
CHACAO	2.1			1.3		
LOS RUICES	1.6			1.2	1.0	
LA YAGUARA						1.1
LA TRINIDAD						0.6
MARACAY	1.5	1.34	1.48	1.5-1.93		
MARACAIBO	1.7	1.46	1.98	1.2	2.30	
VALENCIA	1.1	1.31		1.2		
MORÓN			0.30			
BARQUISIMETO			0.94	0.8		
PUERTO ORDAZ				0.5		
PUERTO LA CRUZ	1.0			1.0		
CUMANÁ	0.7	0.36				
CUMAREBO	0.2		0.16			
GUARENAS			1.04			

Límite permisible MARNR: $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Límite EPA: $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Límite EPA propuesto en 1992: $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Caracas llegaba a los $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en El Silencio y los de La Yaguara, Los Ruices, La Trinidad y El Cementerio estaban entre 1.5 y $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, es decir, también por encima de los límites permisibles.

A partir de 1986 se empezaron a llevar a cabo estudios más o menos sistemáticos acerca del plomo en el aire tanto de Caracas como de otras ciudades venezolanas por parte del MARNR, INTEVEP, el MSAS y la Universidad de Carabobo. Los resultados de estos estudios están resumidos en la TABLA 4.

Como se puede ver, para el periodo 1988-1989 (de donde hemos podido obtener los datos más completos), la contaminación por plomo en el aire de nuestras principales ciudades estaba muy por encima del límite establecido por la EPA de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en cinco de las seis estaciones de medición de Caracas así como en otras cinco ciudades del país. Si aplicásemos la recomendación hecha por la EPA en 1992 de bajar ese límite a $0.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de plomo en aire, entonces todas las estaciones de medición de Caracas y del resto del país darian valores muy por encima de lo antes señalado.

Una fracción muy importante de la población venezolana, residente en las principales ciudades del país está, según esto, expuesta a altos niveles de concentración de partículas de plomo en el aire.

El descenso en la cantidad de contaminación por plomo entre 1986 y el periodo 1988-89, se debió a la reducción del plomo en la gasolina. Sin embargo, el aumento vertiginoso en el parque automotor venezolano así como el mantenimiento de los actuales niveles de plomo en la gasolina, sin duda harán que esos niveles de contaminación vuelvan a aumentar. En cualquier caso esos niveles siguen estando por encima a los aceptados internacionalmente.

Buena parte de las ciudades venezolanas presentan niveles de contaminación por plomo por encima de los niveles aceptados internacionalmente

A partir del 27 de abril de 1992, se establecieron por primera vez en Venezuela los niveles mínimos permisibles de partículas de plomo en el aire según los cuales, el 50% de las muestras para un año no debían sobrepasar los $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y el 2% los $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aún tomando en cuenta que estos valores son exageradamente permisibles (como dijimos anteriormente hasta 1992 la EPA consideraba como valor permisible $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y ya está estudiando bajarlo a $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), son varias las localidades venezolanas las que sobrepasan esos límites (ver TABLA 5).

6.3 Plomo en sangre

En 1983 se realizó el primer estudio de plomo en sangre arrojando en promedio $15 \mu\text{g}/\text{dl}$ para Caracas y 12 para Valencia. En 1986 se comenzaron los estudios más sistemáticos acerca de los niveles de plomo en sangre para conocer cómo la contaminación atmosférica venía afectando la salud de los venezolanos. Dado que Venezuela carece de límites permisibles para este contaminante en sangre, hemos tomado el de la EPA que es de $10 \mu\text{g}$ de plomo/dl de sangre. Es bueno notar que actualmente la EPA está estudiando rebajar ese límite a $2,5 \mu\text{g}/\text{dl}$ ya que existen evidencias que aún a $6 \mu\text{g}/\text{dl}$ el plomo produce lesiones en el cuerpo humano.

Los resultados obtenidos hasta ahora se resumen en la TABLA 6.

Todos estos valores están por encima de los límites establecidos por la EPA (excepto para Cumaná en 1986) y muy por encima de los propuestos recientemente por esa agencia norteamericana.

Todos los individuos estudiados eran personas mayores de 12 años de edad y ninguno de ellos, por el carácter de su profesión, expuesto ocupacionalmente a fuentes de plomo distintas de las habituales, es decir, el plomo en aire de la gasolina, agua, etc. En todos los casos, las personas que tenían un mayor nivel de plomo en sangre eran aquellas que realizaban trabajos en la calle en relación con aquellas que pasaban la mayor parte de su tiempo en espacios cerrados como hogares u oficinas. Asimismo, mientras mayor era la edad de la persona, más plomo se encontraba en su sangre. También se descubrió que los hombres tienen más plomo en su sangre que las mujeres y la misma relación se encontró

entre fumadores y no fumadores. Por profesiones, los fiscales de tránsito y los policías son los que tienen un mayor índice de plomo en sangre.

En el caso de San Cristóbal, la ciudad con un mayor índice de contaminación por plomo en sangre, aún no se sabe con precisión los factores que han llevado a los habitantes de dicha población a esa situación. Sin embargo es bueno recordar que dicha ciudad andina tiene un tráfico extraordinariamente lento (de 10 a 20 km/h en horas pico) y que casi todas sus calles son en

TABLA 5. NIVELES DE CONTAMINACION POR PLOMO EN AIRE DE ACUERDO A LAS NUEVAS REGULACIONES

LOCALIDAD	% > $1,5 \mu\text{g Pb}/\text{m}^3$ (*)	AÑO
MARACAY (CONSTITUCIÓN)	91	1989
CARACAS (ANTÍMANO)	88,89	1989
CARACAS (ANTÍMANO)	80,39	1991
CARACAS (ANTÍMANO)	72,73	1990
CARACAS (ANTÍMANO)	70,59	1992
CARACAS (EL SILENCIO)	57,5	1990

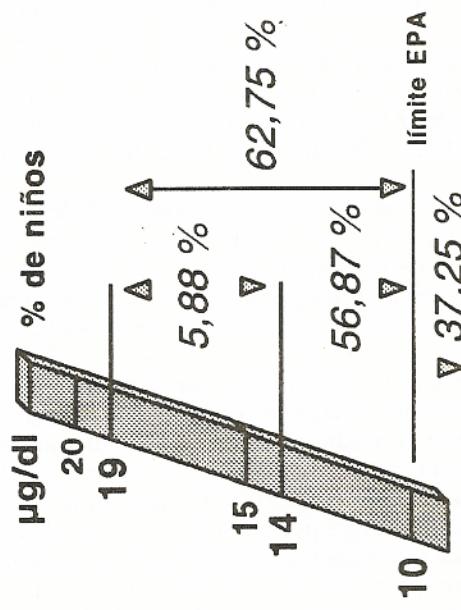
(*) PORCENTAJE DE LAS MUESTRAS QUE SOBREPASAN LOS $1,5 \mu\text{g}$ DE PLOMO POR METRO CÚBICO DE AIRE.

TABLA 6. NIVELES DE PLOMO ($\mu\text{g}/\text{dl}$ EN SANGRE) ENTRE HABITANTES DE DIVERSAS LOCALIDADES DE VENEZUELA (1986-1992)

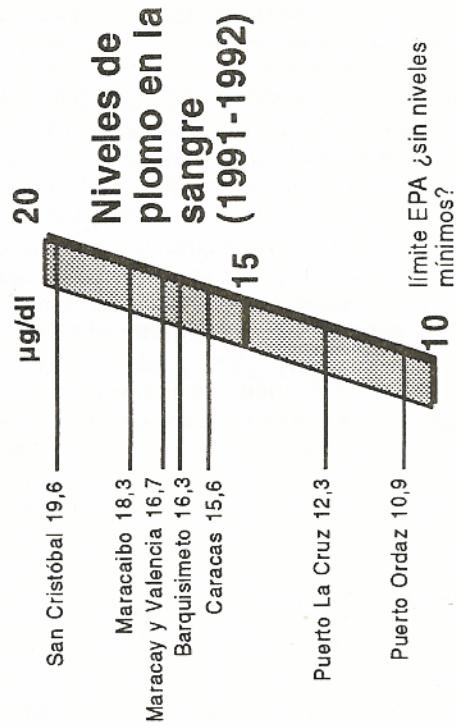
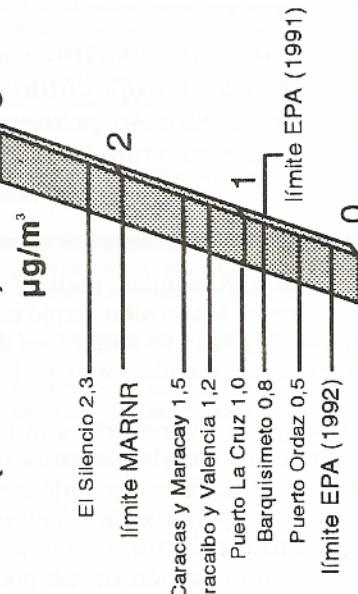
LOCALIDAD	1986	1988-90	1991-92
CARACAS (PROM.)	18,26	15,9	15,6
CHACAO	20,06	17,3	14,1
LOS RUICES		16,7	
EL SILENCIO	19,44	15,6	15,7
EL CEMENTERIO	18,13	16,2	17,9
LA VEGA	12,81	13,8	12,9
BOLEITA			17,3
MARACAY	14,47	19,1	16,7
VALENCIA	14,74	15,3	16,7
MARACAIBO	17,77	19,3	18,5
BARQUISIMETO		15,3	16,3
PUERTO LA CRUZ		13,9	12,3
PUERTO ORDAZ		14,1	10,9
SAN CRISTÓBAL			19,6
CUMAREBO	10,63		
CUMANÁ	8,76		

Las cifras de la contaminación por plomo en Venezuela

Niveles de plomo en sangre en recién nacidos (1992)



Contaminación por partículas de plomo en el aire (1988-1989)



Límite EPA ¿sin niveles mínimos?

Figura 9

pendientes acusadas lo que harían que el consumo de gasolina por habitante fuera muy alto.

Al asumir como representativos de la situación en el total de la población los niveles de plomo obtenidos en muestras en un estudio llevado a cabo por la Universidad de Carabobo para INTEVEP (*Universidad de Carabobo 1992*), en ocho áreas metropolitanas del país, es posible obtener una imagen de lo que podría ser la situación de la intoxicación por plomo. Los resultados indican (ver recuadro en la página siguiente) que una cifra de casi siete millones de personas pudiera ser el total de venezolanos con niveles de plomo en sangre superior al límite EPA de 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$; casi dos millones estarían padeciendo las consecuencias de niveles de plomo en la sangre superiores al doble del mencionado límite. El análisis en base a los límites recomendados EPA de 2,5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ revelaría, con toda seguridad, porcentajes muy superiores.

Casi dos millones de venezolanos estarían padeciendo las consecuencias de niveles de plomo en la sangre que doblan los límites permisibles estadounidenses

Los autores del estudio citado estimaron tamaños mínimos de muestras para establecer la representatividad de los resultados en el contexto del total de población, éstos junto con los tamaños de muestras efectivamente manejados aparecen en la TABLA 7 (recuadro de la página siguiente).

Una serie de estudios más detallados en todas las áreas metropolitanas del país, con muestras más amplias e inclusión de menores de 12 años, así como un censo de los afectados ocupacionalmente darian una imagen más precisa de la población.

En el caso de los niños, por ejemplo, en un estudio llevado a cabo durante 1991 en Maracay en los que se midió el contenido de plomo en la sangre del cordón umbilical de 51 recién nacidos, se demostró que el 62,75% de ellos tenía niveles de plomo en sangre por encima de los 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$, lo que indica que nuestros recién nacidos, aún antes de tomar su primera bocanada de aire, tienen plomo en su organismo producto de lo que las

madres les transfieren por vía de la placenta. Así pues, no existe efecto de barrera placentaria para el plomo tal y como ocurre con algunos otros tóxicos.

Nuestros recién nacidos, en las áreas metropolitanas, aún antes de aspirar su primera bocanada de aire tienen plomo en su organismo

Un estudio similar realizado entre 17 recién nacidos en Maracaibo arrojó un promedio de 5,32 $\mu\text{g}/\text{dl}$ de plomo en sangre, es decir, superior a las nuevas recomendaciones de la EPA.

Dado que en Venezuela aún no se han realizado estudios de correlación entre niveles de plomo en sangre y niveles de inteligencia, pruebas de conducta, pérdida de habilidades, etc., aún es prematuro conjeturar acerca de los efectos que esta contaminación hayan podido tener sobre la salud de los venezolanos. Ya que por cada 10 μg de plomo por dl de sangre un niño pierde 6 puntos en su cociente intelectual, se calcula que por cada microgramo que se pueda eliminar en la sangre de un niño, el país ahorraría unos 2.000 millones de dólares por concepto de disminución en costos de atención médica, educación especial y pérdidas en productividad. El envenenamiento con plomo de su infancia es un costo que ningún país puede asumir.

Dado que en Venezuela no existe un programa de control de la exposición ocupacional al plomo, ni de información al público sobre manejo de productos que lo contengan, cabe esperar entonces que las cifras en este concepto elevarían los estimados mencionados.

6.4 Eliminación del plomo de la gasolina

Dada la contaminación atmosférica de muchas ciudades originada por el parque automotor, desde la década de los 60 se venía hablando en los países norteamericanos y europeos de disminuir drásticamente tal problema. Como señalábamos más arriba, la solución la brindaba el convertidor catalítico cuyo único problema serio era el que no podía funcionar con gasolina con plomo.

¿Cuál es el alcance del problema del plomo?

En un estudio hecho por la Universidad de Carabobo para INTEVEP, sobre niveles de plomo en aire y sangre en ocho áreas metropolitanas de Venezuela se llegaron a resultados que permitían establecer las posibles dimensiones del problema de la intoxicación con plomo. Los investigadores estimaron, para lograr representatividad en los resultados con respecto a la población total, unos tamaños mínimos de muestras de niveles de plomo en sangre en cada área estudiada, que no fueron alcanzados en algunos casos y sobrepasados en otros.

El análisis de los resultados individuales presentados como anexo en el informe final de la investigación, revela el comportamiento de los niveles en la sangre muestreados con

relación al límite permisible EPA de 10 μg de plomo por dl de sangre, en atención a que no existe límite permisible establecido en el país. Así, tal y como muestra la TABLA 7, en el contexto global de todas las mediciones los valores ubicados por encima del límite EPA representaron un 85,56%, el total de mediciones ubicadas sobre el doble de la regulación aludida, 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$, alcanzó para Caracas el 19,7% y en otras ciudades ronda el 55%; los valores individuales de las mediciones en San Cristóbal, la ciudad más afectada por intoxicación con plomo entre sus habitantes, no pudieron ser contabilizados, sin duda los porcentajes de casos por encima del doble de la norma EPA son excepcionalmente altos, el informe citado alude la inexistencia de valores por debajo de ella en las mediciones efectuadas en esa ciudad.

TABLA 7. LOS NIVELES DE PLOMO EN SANGRE MUESTREADOS CON RESPECTO AL LÍMITE EPA

SITIO	MUESTRA ESTIMADA	MEDICIONES EFECTUADAS	VALORES $\leq 10 \mu\text{g}/\text{DL}$	% DE VAL. $> 10 \mu\text{g}/\text{DL}$	VALORES $\geq 20 \mu\text{g}/\text{DL}$	% DE VAL. $\geq 20 \mu\text{g}/\text{DL}$
CARACAS	500	467	58	87,58	92	19,70
MARACAY	150	151	8	94,70	37	24,50
VALENCIA	150	139	22	84,17	29	20,86
MARACAIBO	150	149	16	89,26	53	35,57
BARQUISIMETO	150	149	8	94,63	34	22,82
PTO. LA CRUZ	150	154	43	72,08	4	27,92
PTO. ORDAZ	150	106	58	45,28	5	54,72
SAN CRISTÓBAL	150	160	0	100,00	(?)	(?)
TOTAL INTERIOR	1050	1008	155	84,56	(?)	(?)
TOTAL	1550	1475	213	85,56	(?)	(?)

Aceptando la representatividad de las muestras únicamente en el contexto de la población de las áreas metropolitanas estudiadas, extrapolando sus resultados en el entendido de que los porcentajes por encima del límite EPA obtenidos en cada una se refieren a un segmento de la población que omite a los menores de 12 años e individuos expuestos ocupacionalmente, se obtienen los valores que muestra la TABLA 8. La exclusión de estos dos grupos, así como el hecho de que la investigación no abarcara otras áreas metropolitanas de Venezuela, hace suponer conservadoras las cifras resultantes; otra razón para ello es la estimación de población

afectada en San Cristóbal a partir de los porcentajes de afectados en Caracas, al no estar disponibles los valores individuales por muestras tomadas en esta ciudad, lo cual afecta a los totales en áreas del interior del país y de las áreas metropolitanas estudiadas.

De los casi ocho millones de personas que vivían en 1990 en las áreas estudiadas, podrían estar afectadas más de seis millones con niveles de plomo en sangre superiores al límite EPA y casi dos millones con niveles dos veces superiores.

TABLA 8. CANTIDADES POSIBLES DE POBLACION AFECTADA POR NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SUPERIORES AL LÍMITE EPA

SITIOS	POBLACIÓN (1990) ÁREAS METROPOL.	POBLACIÓN AFECTADA NIVELES $> 10 \mu\text{g}/\text{DL}$	POBLACIÓN AFECTADA NIVELES $\geq 20 \mu\text{g}/\text{DL}$
CARACAS	2.784.042	2.436.036	548.456
MARACAY	799.884	757.490	195.971
VALENCIA	1.031.041	867.827	214.456
MARACAIBO	1.363.863	127.384	432.171
BARQUISIMETO	745.444	705.413	169.961
PTO. LA CRUZ	429.072	309.275	119.711
PTO. ORDAZ	455.860	206.413	249.446
SAN CRISTÓBAL	336.100	336.100	(?) 66.211
TOTAL INTERIOR	5.161.264	4.399.902	(?) 1.447.927
TOTAL ÁREAS ESTUDIADAS	7.945.306	6.835.938	(?) 1.996.383

En 1968 investigadores de los laboratorios de la Ente Nazionale de Idrocarburi de Italia o ENI, sintetizaron un nuevo compuesto químico llamado metil terbutil éter (methyl tertiary butyl ether o MTBE). Dicho producto fue elaborado como parte de una investigación dirigida a encontrar el uso comercial para el isobutileno, un subproducto de desecho en los procesos petroquímicos. Inicialmente el MTBE fue vendido como solvente solamente; sin embargo, los investigadores de la ENI descubrieron que el MTBE aumentaba el octanaje de la gasolina de manera sorprendente por lo que podía ser utilizado como una alternativa al plomo en la gasolina. Y si bien el MTBE es más caro, a la larga se ahorraba 4% en combustible y 3,5% en lubricantes.

Así, en 1973, la ENI puso en funcionamiento la primera planta de producción de MTBE en Ravenna, Italia y, además de mercadearlo como solvente lo vendió también como elevador de octanaje a Alemania. Con la progresiva demanda por gasolina sin plomo, aumentó el mercado del MTBE, el cual constituye hoy en día del 10 al 15% del volumen de este tipo de gasolinas.

Originalmente, el MTBE se producía en plantas petroquímicas y refinerías utilizando el isobutileno que se genera a partir de las celdas catalíticas y de vapor. Así, la producción de MTBE dependía de la capacidad operativa de esas plantas, estando limitada por la disponibilidad de materia prima. Muchas plantas de pequeña monta fueron construidas siguiendo ese esquema y la producción total en el mundo para 1980 era de apenas 1 millón de toneladas anuales, de las cuales dos terceras partes se vendían a EE.UU. y el resto en Europa.

Con la finalidad de poder satisfacer la demanda futura, la ENI desarrolló la tecnología de deshidrogenación del butano para generar grandes cantidades de isobutileno y así poder producir MTBE masivamente en plantas independientes.

La primera de estas plantas fue construida en Arabia Saudita a través de Ecofuel (una filial de Agip Petroli, firma italiana filial a su vez de ENI) en conjunción con la SABIC (la corporación petroquímica saudita) y otros socios. Así, en 1988 se puso en funcionamiento una planta capaz de producir 500.000 TM anuales de MTBE.

Este mismo esquema se repetiría en Venezuela donde la planta de MTBE, la mayor de su tipo en el hemisferio occidental y la segunda mayor del mundo, se encuentra situada en el complejo criogénico de Jose, en el estado Anzoátegui. Tiene capacidad de producir 500.000 TM anuales de MTBE. El costo del proyecto fue de 297 millones de dólares. La compañía que la opera es Super Octanos.

Super Octanos, C.A., fue fundada el 24 de marzo de 1987. Los socios participantes (la distribución accionaria es como sigue: 49% Pequiven; 49% Ecofuel; 2% pequeños inversionistas) aportaron un 40% del capital y el 60% restante fue financiado por un consorcio de bancos liderizado por Manufacturers Hannover Limited de Londres. Para 1992 se calculaba que la producción llegaría a 470.000 TM (8.000 horas de trabajo operativo).

Para 1991, la producción fue de 332.000 TM lo que representó ventas brutas en el orden de los 107 millones de dólares, con una producción diaria de 1.500 TM (capacidad diaria 1.600).

Para los primeros 12 meses de operación se produjeron 410.00 TM de MTBE generando 129 millones de dólares.

Para 1992 se iban a hacer nuevas inversiones en una nueva caldera auxiliar, aumento en la capacidad de almacenamiento de insumos, inyección de pentano y gasolina de MTBE, ampliación del taller y otras.

Las exportaciones van a EE.UU., México, el Caribe y Europa Occidental. Se calculan que los ingresos para 1992 fueron de 182,4 millones de dólares con un precio de 380 dólares la tonelada. En comparación el costo de una tonelada de tetraetilo de plomo importado en 1990 era de 800 dólares.

Uno de los ingredientes básicos del MTBE es el metanol, un alcohol sintético derivado del gas natural.

Entre los planes de Pequiven están el de construir una planta propia de MTBE y a través de las empresas mixtas Metanol de Oriente, C.A., Meteor y Super Metanol, Venezuela incursionará en el negocio mundial de los oxigenados hasta alcanzar una producción anual de 2,25 millones de TM de metanol y 1 millón de TM anuales de MTBE.

Maraven y Corpoven se preparan para producir MTBE y TAME (otro de los componentes oxigenados para las gasolinas sin plomo) en Cardón para 1993 y El Palito para 1994, respectivamente. Maraven proyecta que entre 1993 y 1997 producirán 3.400 barriles diarios de MTBE y 3.700 de TAME lo que representaría ganancias en el orden de 12.500 millones de bolívares anuales.

A pesar de todas estas cifras, toda la producción en Venezuela de dichos aditivos para usar como sustituto del tóxico tetraetilo de plomo se destina exclusivamente a la exportación.

Como veremos a continuación, las razones a favor de ello por parte del Estado venezolano son tanto económicas como políticas y, con mucho, sobrepasan a las consideraciones ambientales y de salud que se han hecho en los países desarrollados y buena parte de otros países en vías de desarrollo del mundo.

La totalidad de los aditivos para gasolina libres de plomo que se fabrican en el país son destinados para exportación

6.5 Posición de las compañías de plomo

El negocio de la exportación de plomo como aditivo para la gasolina representa mil millones de dólares al año. Se cree que el mercado de estas compañías se evaporará en unos 10 a 15 años como consecuencia de la presión de la opinión pública en todo el mundo.

Sin embargo, desde que el plomo se ha ido reduciendo en el mercado norteamericano, las exportaciones de estas compañías han aumentado en un 20% a países de América Latina, Asia y África con normativas a este respecto tolerantes o inexistentes.

Los principales exportadores son Ethyl Corp., de Richmond, Virginia con su planta en Canadá; Associated Octel Company de Londres con plantas en Inglaterra, Alemania e Italia con producción total de 250.000 TM anuales cuyos dueños son Great Lakes Chemical de Indiana, Royal

Dutch/Shell y Chevron Corp.; y DuPont de Nemours & Co., que produce aditivos de plomo en México (allí la compañía se llama TEMSA-Tetraetilos de México, S.A., con participación accionaria de 40% de DuPont y 60% de PEMEX, con una producción anual de 20.000 TM) que se venden allí y en otros países de América Latina.

Tanto la Octel del Reino Unido y la Ethyl Corporation de EE.UU., mantienen posiciones altamente agresivas para con aquellos que señalan al plomo, especialmente en la gasolina, como un riesgo para la salud.

Las compañías que producen aditivos para gasolina a base de plomo mantienen posiciones agresivas contra los que señalan a éstos como un peligro para la salud pública

Uno de los casos más famosos fue una batalla legal que duró años y costó millones de dólares tratando de desacreditar al Dr. Herbert Needleman de la Universidad de Pittsburgh, uno de los líderes científicos que han demostrado la nocividad del plomo, incluso en bajas concentraciones. Un panel de científicos luego testificaría que no había nada malo con las investigaciones de este científico.

Estas compañías han creado institutos "científicos" para demostrar que el plomo no es tan malo como dicen, como es el caso de la International Lead Zinc Research Organization, Inc. (ILZRO). Para lograr eso, una de las tácticas es la de tomar estudios científicos, muchas veces hechos bajo el patrocinio de este instituto y a veces hasta sacar resultados parciales o fuera de contexto para "demostrar" que el plomo no es malo. Un ejemplo fue cuando este Instituto adujo en defensa del plomo que en determinada investigación se había observado que cuando a las ratas se les daba una dieta rica en plomo, las mismas crecían más.

Para 1991, la Ethyl Corp. de Canadá planeaba duplicar su capacidad de producción en su planta de Sarnia, Ontario, para la producción de tetraetilo de plomo a un costo de 59 millones de dólares en parte para cubrir el déficit en la

producción de este aditivo al cerrarse una planta similar en Deepwater, Nueva Jersey, por parte de la DuPont.

Grupos como Greenpeace y el Canadian Environmental Law Association consideran esa operación como un crimen en contra de los niños de países en vías de desarrollo.

Ante la presión de los grupos ecologistas, la Ethyl anunció el 27 de junio de 1991 que abandonaba sus planes de expansión por considerar que habían "suministradores más económicos".

6.6 Posición del Estado venezolano (PDVSA y MARNR)

Si bien PDVSA nunca lo ha reconocido públicamente, una de las principales razones para no vender en nuestro país la gasolina sin plomo que nosotros mismos producimos es que el contrato con la Ecofuel nos prohíbe vender ese aditivo en Venezuela. ¿Qué razones pudieron haber para firmar un contrato con semejante cláusula que nos hacia dependientes de la gasolina con plomo?, son difíciles de comprender.

No sólo está el hecho de que ya la gasolina sin plomo se vende en casi todo el continente (sólo Uruguay y los países centroamericanos no ofrecían a los consumidores gasolina sin plomo para principios de 1993) sino que para producir la gasolina sin plomo toda la materia prima es nacional, incluyendo el alcohol el cual proviene de un cultivo nacional como la caña de azúcar el cual se vería reforzado si vendiésemos este tipo de gasolina de forma masiva en el país.

Venezuela es uno de los pocos países del continente americano que aún no vende gasolina sin plomo en su mercado interno

Lo que es peor, el tetraetilo de plomo es importado lo cual tiene serias consecuencias para el país. En primer lugar la salida de divisas. Como dijimos anteriormente, la venta de tetraetilo de plomo está en manos de un puñado de compañías que, si bien han visto sus mercados reducidos en la mayor parte de los países industrializados del mundo, lo están incrementando en países en

desarrollo como el nuestro. Por si fuera poco, estas compañías cartelizaron sus precios recientemente y, así, de vender la tonelada de tetraetilo de plomo a 800 dólares para 1990 ahora lo vende a más de 3.000, lo que significa una salida de divisas del país en el orden de los 80 millones de dólares al año. Ciertamente nuestra dependencia de este aditivo permite a estas compañías poder llevar a cabo estas maniobras comerciales.

El otro factor francamente preocupante es que al ser la inmensa mayor parte de nuestro parque automotor (incluyendo el de nuestras fuerzas armadas) dependiente del tetraetilo de plomo, ello hace que en caso de algún conflicto internacional, una de las maneras más expeditas de paralizarnos sería el ordenar a esas compañías el que no nos expendieran más de ese aditivo.

Asimismo, el hecho de que se estén construyendo nuevas plantas para la producción de MTBE no es una garantía para que ese aditivo se venda en el mercado venezolano, y las razones para ello son de carácter económico: el expansivo mercado para

La dependencia del tetraetilo de plomo de la mayor parte del parque automotor venezolano lo hace muy vulnerable ante los países proveedores

el MTBE en todo el mundo y el subsidio a los precios de la gasolina en nuestro país, hace que nuestras autoridades petroleras vean como más rentable el vender gasolina sin plomo en el extranjero que en el mercado nacional.

Unas cuantas cifras nos ilustran acerca de la rentabilidad de este producto en el mercado internacional para PDVSA: en septiembre de 1991 la EXXON anunció la inversión de más de 100 millones de dólares para fabricar MTBE en EE.UU. ya que se proyecta que no habrá suficiente para satisfacer el mercado para 1995. En ese país, consideran que el MTBE y el etanol son la mejor manera de mejorar el octanaje de la gasolina sin aumentar la contaminación que la misma produce. Aromáticos como el benceno y el tolueno se han restringido en su uso debido a que son cancerígenos, y el MTBE es preferido sobre el

¿Cuánto cuesta la intoxicación por plomo?

Las consideraciones en torno al problema de la intoxicación por plomo de una amplia fracción de la población de Venezuela, en las principales áreas metropolitanas del país, deben rebasar el ámbito meramente económico para incluir las implicaciones éticas de exponer a los venezolanos a un elemento tan tóxico.

Resulta, sin embargo, ilustrativo estimar en términos de recursos económicos la magnitud del problema aún a riesgo de plantearlo en forma necesariamente escueta.

Sobre la base de las cifras de población afectada mostradas en la TABLA 8, que quizás subestimen la situación tal y como se explicó, poco más de 6,8 millones de venezolanos estarían afectados por niveles de plomo en sangre superiores al límite EPA, o sea en términos de salud pública estadounidenses intoxicados por plomo más allá de lo considerado permisible. Síntomas asociados con la intoxicación por plomo: debilidad, anemia, bajo rendimiento laboral o escolar, pérdida de memoria, irritabilidad o falta de coordinación pueden manifestarse de forma inconspicua y atribuirse a otras causas, con lo cual el problema pasa desapercibido máxime cuando no existe ningún programa de monitoreo detallado sistemático de este contaminante ni en el aire ni en la sangre de los residentes de las áreas metropolitanas, pese al uso masivo de plomo en la gasolina, ni mucho menos programas de información o educación de la ciudadanía al respecto.

Estos 6,8 millones de venezolanos intoxicados tienen derecho a que se les ayude a recuperar su bienestar físico y mental, el costo de un tratamiento por quelación, tal y como se señaló, ronda los 10.000 dólares americanos y si bien no revierte el daño neurológico consigue disminuir el nivel de plomo en la

sangre. Lo anterior implica un gasto que alcanzaría 68.000 millones de dólares, esto disponiendo de la infraestructura médica idónea y **asumiendo un control efectivo de las fuentes de intoxicación sin lo cual el tratamiento sería en vano**, pues los niveles de plomo en la sangre de un individuo tratado subirían nuevamente si es expuesto otra vez a un ambiente contaminado.

Hay no obstante, un grupo de venezolanos que presentan en su sangre niveles **dos veces superiores** a lo establecido como límite EPA, en el área metropolitana de Caracas componen cerca del 20% de los residentes (en otras áreas metropolitanas venezolanas este porcentaje es superado ampliamente, véase página 25) sumando al menos 1,9 millones de personas que podríamos considerar el segmento más crítico de los afectados. El tratamiento de estas personas, cuya salud física y mental está seriamente afectada, costaría 19.000 millones de dólares.

Los costos señalados no incluyen las pérdidas por merma en la productividad ni por compromiso de los recursos intelectuales de los venezolanos, difíciles de contabilizar los unos y más allá de cualquier valoración los otros.

El problema se manifiesta como especialmente inquietante al estar los sectores de nuestra población menos favorecidos económicamente, y dentro de éstos los niños, muy expuestos por razones de mala nutrición a los efectos de la intoxicación por plomo. El crecimiento de estos sectores en las áreas metropolitanas con mayores índices de plomo en el aire expone cada vez más personas a la pérdida progresiva de su salud física y mental.

etanol porque este último es más costoso y no se puede mezclar con la gasolina que se transporta a través de las tuberías. Asimismo, los elementos básicos del MTBE, el isobutileno y el metanol, son abundantes.

En EE.UU. el consumo de MTBE pasó de 30.000 barriles diarios en 1985 a 96.000 en 1990. A partir noviembre de 1992, las 39 regiones con mayor contaminación atmosférica de ese país fueron obligadas a vender gasolina MTBE. Se cree que para el año 2000 el consumo alcanzará los 300.000 barriles diarios.

Sin embargo, estas razones son raramente esgrimidas por PDVSA y el MARNR para justificar que en nuestro país aún no se vende gasolina sin plomo. Por el contrario, sus razonamientos son básicamente que:

a) "No hay necesidad para ese combustible menos contaminante porque en nuestro país no hay

problemas de contaminación atmosférica" cosa que, como se desprende de las páginas de este reporte y de los propios estudios financiados por la industria petrolera, es totalmente falsa. No sólo eso sino que mientras no se venda gasolina sin plomo en el país no se podrá utilizar el convertidor catalítico el cual es el mejor instrumento para disminuir este tipo de contaminación. Además según este argumento sería necesario que estuviese comprometida la salud de los venezolanos con problemas de deterioro ambiental tales que no fuera posible ignorarlos, para iniciar programas que permitieran su control.

b) "La venta de gasolina sin plomo acarrearía un alto costo al consumidor por el convertidor y el costo del combustible en sí". No es necesariamente cierto. El 40% de los vehículos que se vendieron el año pasado en Venezuela eran importados y ya venían con el convertidor catalítico por lo que es difícil creer que el costo de tal aparato asustó a un número sustancial de consumidores. En cuanto al

costo del combustible sin plomo es bueno recordar aquí varios factores: 1) los precios del combustible en el mercado venezolano están directamente regulados por el gobierno al ser la producción y venta de esos combustibles en el territorio venezolano un monopolio del Estado, por lo tanto no es impensable el colocar la gasolina sin plomo, inicialmente, a precios más baratos para así incentivar su consumo (como ocurre en el Reino Unido). 2) Al ser los potenciales consumidores inmediatos de este combustible menos contaminante los que compran vehículos importados y, en consecuencia, personas de mayores recursos económicos, es difícil imaginarse un "levantamiento popular" por parte de este estrato social por el probable precio más elevado de la gasolina sin plomo. 3) Tanto el Ministerio de Energía y Minas como PDVSA se han quejado en numerosas oportunidades que los actuales precios de la gasolina les generan pérdidas. Si ello es así, ¿por qué no, entonces, simplemente empezar a vender gasolina sin plomo a precio del mercado ya que la misma al no comercializarse en el momento presente en el país no está regulada en su precio? Da la impresión de que de todas las alternativas posibles, PDVSA ha escogido la peor: no hacer nada. No sólo eso, sino como hemos mencionado, el plomo en la sangre acarrea a la larga costos económicos al país en términos de gastos de sanidad, educación y baja productividad como consecuencia de los altos niveles de plomo en la sangre de los venezolanos. La pregunta es, ¿por qué el Estado no contabiliza esos gastos a la hora de hacer sus cálculos de lo que "perdería" si en vez de vender toda la producción de gasolina sin plomo al exterior, al menos una parte se destinase al mercado nacional?

Otra consideración económica es la de que mientras más masivo se haga el uso de la gasolina sin plomo, más podemos esperar, como ocurre con cualquier otro producto, que su precio baje. Por ejemplo, los precios de MTBE bajaron de 1 dólar el galón en enero de 1992 a 0,79 dólares para noviembre de 1992 por exceso de oferta.

No hay argumentos consistentes a favor del uso de gasolina con plomo en Venezuela

No sólo los razonamientos económicos, ambientales y de salud erosionan la postura de PDVSA sobre esta cuestión, sino que también la actitud de sus funcionarios con respecto a la información sobre el tema deja mucho que desear.

Por ejemplo, las cifras que hemos dado aquí acerca de niveles de plomo en sangre han sido tomadas de documentos de la propia industria petrolera los cuales llevan el sello de "confidencial" en la portada y señalan el bajo número de ejemplares copiados (usualmente menos de 20), lo cual es extraordinariamente bajo si tenemos en cuenta que en la elaboración de esos estudios participan otras instituciones así como la costumbre de la industria petrolera nacional de manejarlo todo en base a comités. No sólo eso, sino que los investigadores de PDVSA involucrados en estos y otros estudios que arrojen hechos acerca del impacto ambiental de las actividades de PDVSA y sus filiales, son obligados a firmar documentos según los cuales, si revelan la información pueden ser sujetos a severas sanciones civiles o penales. ¿Qué justificación puede haber para mantener en secreto las investigaciones ambientales de una industria que pertenece a los venezolanos y cuyas operaciones pueden tener y tienen impactos ambientales que ponen en peligro la salud de los venezolanos?, es algo difícil de comprender.

Todos los documentos producidos por PDVSA que demuestran que en Venezuela hay serios problemas de contaminación por plomo son tratados confidencialmente

Por si fuera poco, esta política cuenta con el total respaldo del ente estatal que debería vigilar que esto no ocurriera que es el MARNR. De acuerdo a fuentes en ese ministerio que pidieron no ser identificadas, los débiles niveles permisibles de contaminación por plomo en aire y la ausencia de niveles permisibles para ese mismo contaminante en sangre, son el resultado deliberado de ese ministerio de complacer a PDVSA para así "no alarmar la opinión pública". De hecho, altos funcionarios de ese ministerio han "sugerido" en forma extraoficial a BIOMA el no dar a conocer los problemas que tenemos en Venezuela con respecto al plomo en la gasolina ya que los

venezolanos "podrían pensar que en el país hay problemas ambientales".

Tanto PDVSA como el MARNR tienen el tema de la contaminación por plomo en la gasolina como algo extremadamente sensible para ellos y las respuestas que dan cada vez que el tema es traído a colación dicen mucho al respecto y son de vieja data. Por ejemplo, el 21 de octubre de 1980, apareció en el Daily Journal de Caracas un artículo en el cual un funcionario del MSAS, para esa fecha Jesús Soucre, llamaba la atención acerca de la contaminación por plomo en el aire de la capital. No había terminado la mañana de ese día cuando tanto en la redacción del periódico como el funcionario en cuestión, habían recibido sendas misivas firmadas por el entonces director de PDVSA Humberto Peñaloza, en las cuales se trataba de minimizar el problema y, a veces, hasta negarlo por completo a pesar de la evidencia en contra.

Otra táctica utilizada fue la de promover seminarios en Venezuela en la que participaban las compañías que nos venden el tetraetilo de plomo para "educar" al público y "demostrar" que el plomo no es tan malo como los "activistas" (el término empleado privadamente por funcionarios de PDVSA para referirse a sus críticos en materia ambiental) pretenden hacer creer. Sin embargo, en uno de esos seminarios, uno de los propios representantes de una de esas compañías, la Octel, mostró extrañeza en forma pública de por qué PDVSA empleaba en su gasolina más tetraetilo de plomo del que ellos mismos recomendaban (que también es más del que hace falta).

Más recientemente, la actitud de la industria petrolera nacional es la de tratar a quienes critican su política en materia de plomo en la gasolina como personas que "no entienden todas las ramificaciones del problema" y que se trata de un asunto "muy complejo" y "poco entendido". Esta actitud es considerada por esos mismos críticos y periodistas que han tratado ese tema como una postura de prepotencia institucional por parte de esa industria. PDVSA cuenta con 52.000 empleados y es considerada, después de PEMEX, la empresa petrolera más ineficiente del mundo en términos de barriles de petróleo por personal empleado. Así, por ejemplo, por cada empleado de PDVSA se producen 42 barriles mientras que otra compañía estatal como lo es

ARAMCO de Arabia Saudita produce 146.

Sin embargo, todos los razonamientos de PDVSA se caen por su propio peso al ver cómo la gasolina sin plomo se vende cada vez más en más países, incluyendo casi todos los de Latinoamérica. En México, por ejemplo, se da una situación similar a la de Venezuela, es decir, un monopolio estatal del petróleo (PEMEX) con el agravante que allí hay, además, una planta de producción de tetraetilo de plomo de la cual el propio gobierno mexicano es accionista, se vende ya gasolina sin plomo con el nombre de Magna Sin y ya los vehículos que se fabricaban a partir de 1991 tenían convertidor catalítico. No sólo eso sino que PEMEX ha iniciado inversiones en seis refinerías para ampliar la producción de dicho combustible y parte del aditivo para la gasolina sin plomo que se vende en ese país se hace en Venezuela.

Por si fuera poco, a comienzos de 1992, el gobierno de Ciudad de México firmó un acuerdo con la ensambladora de vehículos Volkswagen para comprar 10.000 automóviles del modelo escarabajo para taxis que operarían con gasolina sin plomo. Dado su bajo precio de operación, este vehículo representa una buena alternativa tanto para el gremio de conductores como para la propia empresa que produce diariamente 450 vehículos Volkswagen en su planta ubicada en Puebla, así el uso de gasolina sin plomo no parece tan antieconómico como se ha planteado tantas veces en Venezuela.

A partir de 1992, todos los automóviles que se fabrican en Brasil llevan convertidor catalítico, para ser usado con gasolina sin plomo, como iniciativa para controlar la contaminación del aire en las áreas metropolitanas de ese país.

Para completar este cuadro de incongruencias, PDVSA da a conocer en forma periódica los avances que hace su subsidiaria en EE.UU., la CITGO Corporation, para producir "gasolinas que no contaminan" y así cumplir con las estrictas regulaciones ambientales de ese país en materia de contaminación atmosférica. La CITGO, de la cual PDVSA es propietaria del 50%, invirtió recientemente 200 millones de dólares para que su gasolina cumpliese los requerimientos de la Ley del Aire Limpio (Clean Air Act) de ese país que entró en vigor el 1 de enero de 1992. ¿Cómo compaginar esas diferencias de actitudes de unos mismos funcionarios con respecto al

comportamiento de su empresa en los dos países?, es difícil de entender. Como nos dijera un funcionario de PDVSA, "si en EE.UU. vendiésemos la gasolina que vendemos en Venezuela, todos iríamos presos".

"Si en Estados Unidos vendiéramos la gasolina que vendemos aquí, todos iríamos presos"

UN FUNCIONARIO DE PDVSA

¿Cuándo se comenzará a vender gasolina sin plomo en Venezuela? Eso sigue siendo un misterio. En marzo de 1991 José Antonio Antich, del Ministerio de Fomento, anunció "el diseño y la factibilidad de llevar adelante un programa de elaboración de un aditivo que elimine todo rastro de plomo de la gasolina en Venezuela" por parte de la Comisión Automotriz coordinada por ese ministerio. Este proyecto estaría en las manos de los ministerios de Energía y Minas, Ambiente y PDVSA. La comisión la integran Fomento, Hacienda, Transporte y Comunicaciones, Energía y Minas, Ambiente, Cordiplan, CIVA, Cavenez, Favenpa, Canidra, el Consejo Nacional del Transporte, Protección al Consumidor, Fadam y la CTV.

Sin embargo, nuestros intentos de averiguar cómo marchaban las actividades de esta comisión se han encontrado con evasivas por parte de representantes de la misma.

Se está hablando de colocar en el mercado gasolina sin plomo para 1994, sin embargo fuentes confiables dentro de PEQUIVEN nos informaron que tal operación no ocurrirá sino hasta 1996, debido a que nuestra producción del aditivo para la gasolina sin plomo está comprometida en los mercados internacionales hasta esa fecha, es decir, 23 años después de que se empezasen con tales medidas en los Estados Unidos.

BIOMA, se ha dirigido por escrito a PDVSA para tratar el problema del plomo en la gasolina; sin embargo, funcionarios de la empresa nunca han contestado.

Mientras tanto los venezolanos seguiremos teniendo alto contenido de plomo en nuestra sangre con las consecuencias sanitarias, ecológicas y económicas antes señaladas.

6.7 Pintura con plomo

Otra fuente de contaminación por plomo es la pintura hecha a base de este metal. El plomo era añadido en pinturas de exteriores e interiores para hacer que la misma fuese más brillante y durase más y fijase mejor los colores. A mediados de este siglo, el plomo era extremadamente común en la mayor parte de las pinturas. Algunas de ellas llegaban a tener hasta un 50% de plomo de su composición seca.

Una vez que se advirtió del peligro del plomo sobre la salud humana, se empezaron a tomar las primeras acciones legales a nivel mundial para eliminar el uso de este metal en las pinturas. Así, en 1971, el Congreso de los EE.UU. aprobó una ley que prohibía el uso de pintura con plomo en áreas de acceso a los niños y urgía su eliminación de tales áreas; sin embargo, esa Ley no fue implementada apropiadamente. Para 1978, la Comisión de Seguridad de Productos de Consumo de los EE.UU., prohibió la fabricación de pinturas que contuviesen más de 0,06% de plomo de su peso tanto para pinturas para exteriores como interiores, así como para juguetes y muebles. Aún así, hoy se fabrica pintura con base de plomo con fines de utilización industrial, militar o para usos marinos (anticorrosiva o minio) la cual, ocasionalmente, es utilizada en los hogares.

El plomo en el pigmento de la pintura fue reemplazado desde 1977 por dióxido de titanio.

Es por ello que las viviendas cuya pintura en las paredes es anterior a 1978 presentan un alto riesgo para los niños pequeños que tienen la costumbre de llevarse a la boca las "pieles" de la pintura que se deschorcha.

Hoy en día el grupo de más alto riesgo de envenenamiento por plomo de pinturas es el de los niños de 1 a 3 años de edad que gatean y respiran partículas con plomo en el suelo o lo ingieren directamente por medio de la pintura que se está desconchando, o bien chupando juguetes que han permanecido en el suelo o sus manos después de gatear.

Los niños que sienten "pica" o ansiedad por partículas alimenticias no naturales, muy común entre niños desnutridos, suelen ingerir pintura que se pella repetidamente. Una concha de pintura de este tipo, puede contener entre 500 y 1000 µg de plomo. Un niño puede envenenarse severamente comiendo apenas un miligramo de polvo con pintura de plomo, es decir, similar a tres granos de azúcar. Apenas 1 g de pintura con plomo puede contener 50.000 µg de este metal. Así, un niño que se coma unas pocas conchas de pintura del tamaño de una uña en un día, estaría ingiriendo 100 veces o más la cantidad de plomo tolerable para el organismo humano adulto. Un niño con saturnismo agudo por esta causa puede llegar a defecar 444 µg de plomo al día cuando lo normal es 2 µg al día.

En consecuencia, la "pica" hacia las conchas de pintura con plomo resulta en una exposición masiva a este metal. Cuando esto ocurre, deben pasar años antes que los niveles de plomo en la sangre baje a los niveles permisibles. La ingestión de estas cantidades de plomo en pintura por tres meses o más, puede conducir a la muerte. Durante las cuatro y seis primeras semanas de esta ingestión inicial, no se presentan síntomas. Luego los afectados muestran pérdida de apetito, irritabilidad, desorientación, falta de interés por jugar, fatiga, dolores de cabeza, dolores abdominales anormales y vómitos. Como son síntomas poco específicos, pocos médicos son capaces de identificarlos como síntomas de saturnismo. Semanas más tarde se pasa a mareos intermitentes y estupor, los vómitos se tornan persistentes y violentos, seguidos por convulsiones. Si la exposición al plomo continúa, se pasa al coma, con convulsiones intratables hasta llegar a la muerte.

Estos síntomas son particularmente comunes en niños entre 15 y 30 meses de edad. En niños mayores los síntomas son menos extremos. En países con cambios estacionales y tropicales, los ataques de saturnismo son más frecuentes durante la época más calurosa. Se cree que es debido a que los rayos ultravioleta de la radiación solar incrementan la absorción de plomo por el intestino.

No hace falta que el niño coma la pintura que se pella para que se intoxique con plomo. Muchas veces ese plomo se encuentra con el polvo de la casa el cual es o bien inhalado o bien llevado a la

boca a través de las manos sobretodo en niños que gatean. Este peligro es particularmente elevado en construcciones que están sometidas a renovaciones.

En Venezuela no se controla el plomo en las pinturas

La industria venezolana de pinturas ha eliminado por su propia cuenta el plomo de la pintura desde 1979; sin embargo, este tipo de pintura aún se utiliza cuando se necesita que la misma tenga propiedades anticorrosivas.

A pesar del serio peligro que representa el plomo en las pinturas, en Venezuela no hay legislación, campaña educativa o medida alguna para evitar el envenenamiento por plomo proveniente de este tipo de producto.

6.8 El agua

El plomo del agua que bebemos proviene de las tuberías (o soldaduras de tuberías) hechas con plomo. El agua que hace que se desprenda plomo de las tuberías más fácilmente son las aguas "blandas" y/o ácidas. Sin embargo, cualquier agua puede hacer que se desprenda plomo de la tubería, en especial si está caliente o se acumula en las tuberías por un largo periodo de tiempo. El peligro es particularmente serio en casas construidas antes de 1960 o aún en casas más recientes donde la soldadura con plomo está fresca y es reciente. El cloro en el agua acelera la disolución del plomo.

Hoy en EE.UU., el único país donde se han llevado a cabo estudios nacionales al respecto, el 20% de las grandes ciudades norteamericanas contienen plomo en agua por encima de lo permisible lo que afecta a 32 millones de personas en 130 ciudades de ese país. No fue sino hasta 1987 que el uso de tuberías con soldaduras de plomo fue prohibido en los Estados Unidos.

EPA recomienda un máximo permisible de 15 ppmm (partes por mil millones; lo equivalente a 15 gotas de lluvia en una piscina olímpica).

Algunas ciudades añaden carbonato cálcico a las aguas municipales para aminorar el problema de

la corrosión por plomo en las tuberías.

Una vez más Venezuela carece de estudios, controles, medidas preventivas y límites permisibles para atacar el problema de la contaminación de plomo en el agua de consumo doméstico. Se carece asimismo de iniciativas de educación de la ciudadanía al respecto.

En Venezuela no se controlan los niveles de plomo en las aguas de consumo doméstico

6.9 Vegetales y frutas

Los vegetales y frutas cultivados en suelos contaminados por muchos años por plomo, especialmente campos y jardines cercanos a autopistas, incineradores y fundiciones, son otra fuente de envenenamiento por plomo. Si bien las plantas casi no absorben el plomo presente de forma natural en el suelo, las mismas lo extraen con gran facilidad del plomo en forma de partículas que se deposita directamente sobre las hojas o el suelo.

Las implicaciones de este hecho son muy inquietantes, ya que extensas áreas agrícolas ubicadas cerca de ejes viales estarían expuestas a ser el origen de alimentos contaminados. La larga permanencia del plomo en los suelos, como se abordará más adelante, le otorga especial gravedad al problema. La dispersión de éste por erosión, por disolución en aguas de lluvia, o por transporte hacia los acuíferos podría emplear el ámbito de acción de este tipo de contaminación mucho más allá de la vecindad de la vialidad con mayor circulación, pudiendo afectar incluso a la vida silvestre.

6.10 Alimentos enlatados en recipientes soldados con plomo o vendidos en puestos de comida callejera

La contaminación por plomo en alimentos enlatados no es inusual cuando se trata de alimentos ácidos como tomates y sus derivados y jugos cítricos los cuales disuelven el plomo con extrema facilidad. Este tipo de envases es responsable del 24% del envenenamiento ligero

por plomo en los EE.UU.

A través de los alimentos, los humanos consumimos entre 32 y 45 microgramos de plomo al día. Las fuentes de ese plomo pueden ser plomo atmosférico que cae sobre las cosechas en cualquier momento de su desarrollo, el agua contaminada con plomo que se utiliza para regar esas cosechas o la que se utiliza para preparar la comida o bien la del polvo producto de la desintegración con el tiempo de pintura con plomo.

A mediados de 1978, las latas soldadas con plomo se empezaron a eliminar en EE.UU. Para 1991 menos del 4% de las latas fabricadas en EE.UU. aún estaban soldadas con plomo.

En Venezuela la soldadura con plomo en latas es muy infrecuente y la única lata de ese tipo que encontramos en un supermercado (una de leche en polvo), fue mandada a analizar por BIOMA a un laboratorio no presentando plomo en su contenido. Otra cosa puede resultar de latas provenientes de países menos desarrollados, o con normas aún más flexibles al respecto, que en nuestro donde los alimentos son empacados soldando la hojalata con plomo.

Asimismo, debido al alto contenido de plomo en el aire como producto de la combustión de gasolina con ese metal, los alimentos de venta callejera en las ciudades presentan un alto contenido de plomo. A pesar de que en nuestro país hay altos índices de contaminación por plomo y que hay un gran número de ventas callejeras de comida precisamente en los sitios de mayor tráfico automotor, no se han adelantado iniciativas para estudiar este problema, ni mucho menos acción alguna para mitigarlo.

6.11 Vasijas, platos, jarras, copas de cerámica

Se trata de un problema que data de la época de los romanos. La arcilla usada en la elaboración de objetos de cerámica puede estar enriquecida con plomo ya sea por procesos naturales o por contaminación. Estos utensilios de cerámica usados para cocinar, almacenar y servir comida, especialmente si se trata de líquidos muy ácidos (especialmente refrescos) o muy calientes, liberan el plomo contenido en la arcilla, por lo que representan un peligro potencial. En los Andes,

donde el uso de estas vasijas está muy generalizado, se han dado varios casos de plumbismo asociado al uso de estos útiles.

Otra forma de contaminación por plomo proviene de la aplicación a piezas de cerámica utilitaria de pinturas o esmaltes con pigmentos a base de este metal, liberado por disolución a los alimentos. Aquellas que son demasiado decoradas, de fabricación casera o elaborados por compañías desconocidas, representan siempre un peligro.

Fabricantes responsables de pigmentos para cerámica advierten sobre este riesgo. Los esmaltes rojos a base de plomo deben evitarse en piezas destinadas a servir, cocinar o guardar alimentos.

En algunos países la aplicación de estos esmaltes está rigurosamente controlada por las autoridades. Es posible incluso adquirir equipos para comprobar en la casa o en el taller de cerámica el contenido de plomo de una pieza.

6.12 Erosión de los suelos desprovistos de vegetación

Dado que no se disipa, ni se biodegrada o descompone, el plomo de diferentes orígenes se deposita muchas veces en los suelos. Por ejemplo, se calcula que sólo en EE.UU., donde por efecto del uso de gasolina con plomo, hoy abandonado casi por completo, quedan aún entre 4 y 5 millones de toneladas métricas de plomo en el polvo en los suelos.

Parte del plomo que se deposita en el suelo, particularmente alrededor de carreteras, viene de la gasolina con plomo. Otra parte proviene de la pintura con plomo que se desintegra de las zonas circundantes.

Un aumento de 500 ppm de plomo en el suelo en un área dada resulta en un incremento de 4 a 5 mg/dl de plomo en la sangre de los niños residentes en ella. Desde el suelo, el plomo se incorpora a los vegetales y, desde allí, entra en la cadena alimenticia, ingresando al organismo de animales domésticos y silvestres. El viento puede levantar partículas de plomo del suelo, dispersándolas. Además, a partir del transporte por el viento o por escorrentía o percolación, el plomo presente en el suelo puede llegar a contaminar las fuentes de agua y así convertirla en otra fuente de contaminación.

El plomo depositado en el suelo tiene una persistencia muy larga. El contenido de plomo en los suelos varía mucho según la distancia a las fuentes de emisión.

En una investigación se midió el contenido de plomo en el suelo expresado en $\mu\text{g Pb/g}$ de suelo a diferentes distancias de una ruta con una circulación de 12.000 vehículos automotores por día, encontrándose resultados que muestran en forma categórica la relación directa entre contaminación ambiental por plomo y el tránsito automotor (véase la TABLA 7).

El primer estudio de plomo en los suelos de Venezuela se realizó en 1977 en Caracas cuando nuestra ciudad apenas contaba con poco más de 300.000 vehículos (menos de una tercera parte de los que cuenta hoy en día). Ya entonces se presentaron altísimos niveles de plomo en esos suelos (hasta 6.292 μg de plomo por g de suelo, la norma norteamericana recomienda no sobrepasar entre 500 y 1.000 $\mu\text{g/g}$). Esos mismos estudios mostraron que había muy poca movilidad de ese plomo, es decir, que una vez depositado su remoción por mecanismos naturales era muy baja, por lo que es posible que aún hoy en día estemos respirando plomo depositado décadas atrás y, lo que es peor, el plomo que estamos depositando hoy afectará a las futuras generaciones de venezolanos por muchos años.

Estudios similares llevados a cabo a finales de los 80 en ciudades como Mérida con un parque automotor mucho más bajo muestran niveles de plomo en el suelo de entre 12 y 70 $\mu\text{g/g}$ mientras que en algunos casos se sobrepasaron los 100 $\mu\text{g/g}$.

TABLA 9. RELACION DISTANCIA DE LA CARRETERA CON PLOMO CONTENIDO EN EL SUELO

DISTANCIA DESDE CARRETERA (m.)	Pb EN SUELO ($\mu\text{g/g}$)
1	420
5	50
10	35
20	22
30	18
40	14

Al perdurar en los suelos, el plomo que estamos depositando hoy afectará a las futuras generaciones de venezolanos durante muchos años

Otra de las fuentes de contaminación de plomo en el suelo es la producción minera de plomo, al movilizar grandes cantidades de minerales ricos en este metal. La producción a nivel mundial era, para 1991, de unas 3 millones de toneladas métricas al año, es decir, 10 veces más de lo que produce por erosión de las rocas.

6.13 Perdigones y balas de plomo: naturaleza del problema

Una de las principales causas de mortandad en aves silvestres en el mundo es por plumbismo o envenenamiento generado por los perdigones de plomo. Aunque los mismos se vienen utilizando desde 1520, el primer caso de plumbismo reportado para aves ocurrió en Galveston, Texas, Estados Unidos, en 1874, cuando se encontraron dos patos con sus mollejas llenas de perdigones. El primer caso de mortandad masiva denunciado ocurrió en 1984, cuando en un humedal de Grafton, Illinois, aparecieron 2.000 aves acuáticas muertas por plumbismo.

El plumbismo en aves tiene lugar cuando los perdigones, una vez disparados, se depositan en el suelo de campos y riberas o en el fondo de los humedales. Posteriormente son consumidos involuntariamente por una multitud de aves que en dichas áreas buscan su alimento picoteando en el suelo. Dado que muchas de las aves que se envenenan con plomo de cartuchos (el cual suele estar asociado con arsénico) tienen valor cinegético, ello hace que aumente el riesgo a la salud humana.

Se calcula que se realizan 6 disparos por cada pato cazado. Por cada disparo, se vierten un promedio de 280 perdigones (el número exacto depende del calibre del cartucho), que contienen entre 25 y 35 g. de plomo (a veces asociado con arsénico). En España, por ejemplo, se calcula que en cada temporada de caza se utilizan 300 millones de cartuchos lo que resulta que cada año se vierten al medio natural 10.500 toneladas de

plomo en forma de 84.000 millones de perdigones. Para ese mismo país se calcula que entre 1970 y 1990 se han vertido 1.680.000 millones de perdigones que representan 210.000 toneladas de plomo.

6.13.1 Magnitud del problema

Un breve repaso a la situación en muchos países del mundo nos da una idea de la globalidad del plumbismo en aves.

EE.UU.: de 2.400 a 3.000 toneladas de plomo en perdigones al año son vertidos al ambiente. 2 millones de aves acuáticas perecen por esta causa anualmente.

Canadá: Plumbismo entre el 2 y 8,6% de las poblaciones de aves.

Dinamarca: 900 toneladas de plomo por perdigones en los humedales. Más de un 3% de las aves danesas presentan plumbismo.

Finlandia: El plumbismo es común entre los gansos.

Reino Unido: En 1976 se detectaron altas mortalidades de faisanes con plumbismo. Hoy, el 10% de patos presentan esta enfermedad.

Francia: Intoxicaciones por plomo en hasta el 56,1% de las aves acuáticas.

Bélgica: Se han dado casos de plumbismo, pero se carecen de estadísticas globales.

Italia: Mortandad por plumbismo de hasta el 20% en las poblaciones de patos.

Irlanda: El 7,84% de las aves buceadores mueren por plumbismo.

Ex-Unión Soviética: El 23,8% de las aves buceadores mueren de plumbismo.

Noruega: Mueren el 16,8% de las aves acuáticas por plumbismo.

Polonia: Se han detectado casos de plumbismo en aves acuáticas pero se carecen de estadísticas globales.

Australia: Se vierten anualmente 3.000 toneladas

de plomo al ambiente en forma de perdigones.

Japón: Recientemente se encontraron más de 1.000 cisnes y ansares muertos en ese país por plumbismo.

España: Se han dado numerosos casos de plumbismo entre aves acuáticas, incluso en sus parques nacionales.

En la conferencia internacional "Envenenamiento por plomo en aves acuáticas" celebrada del 13 al 15 de junio de 1991 en Bruselas, se dieron a conocer interesantes estadísticas acerca de la concentración de perdigones por hectárea en zonas de caza (véase TABLA 10).

TABLA 10. CONCENTRACION DE PERDIGONES DE PLOMO POR HECTAREA EN ZONAS DE CAZA DE ALGUNOS PAISES

PAÍS	PERDIGONES/HA
AUSTRALIA	16.000
CANADÁ	126.000
DINAMARCA	200.000
REINO UNIDO	300.000
FRANCIA	2.000.000
EX-UNIÓN SOVIÉTICA	5.000.000
IRLANDA	24.000.000
HOLANDA	30.000.000

En Venezuela ya se han encontrado patos con perdigones de plomo en sus mollejas lo cual ha alarmado tanto a cazadores como a ambientalistas, preocupación que ha tratado de ser minimizada por las autoridades del MARNR.

6.13.2 El "ciclo" del plomo de los perdigones de caza

En la Camarga francesa, se comprobó que el 80% de todos los perdigones dispersos en el fondo cenagoso de este humedal, se encuentran situados en los primeros 10 cm de profundidad, siendo así muy accesibles para la mayoría de las aves acuáticas.

Estos perdigones son posteriormente consumidos por las aves al picotear en el suelo en busca de comida así como piedras y arena necesarias para la trituración del alimento en la molleja. Los mismos son luego atacados lentamente por los jugos gástricos. En 45 días se deshacen

completamente (aunque la vida media de un perdigón en la molleja es de 18 a 21 días), siendo absorbidos por el tubo digestivo y pasando luego al sistema circulatorio y de allí al resto de los tejidos corporales. Por esta razón no se detectan perdigones en las mollejas de muchos individuos afectados por altos niveles de plomo.

Los principales síntomas del plumbismo en aves son: menos peso por el bajo nivel de tejido adiposo, disfuncionalidad del aparato digestivo (vómitos, diarreas verdes), reducción y atrofia del músculo pectoral, del hígado y riñones, anemia, exceso de fluido entre el corazón y el saco membranoso que lo encierra, disfuncionalidad de los capilares, aumento de la vesícula biliar, bajos niveles de hemoglobina, reducción del tamaño de la molleja, dolencias cardíacas y en otros órganos. Las principales manifestaciones externas de estas dolencias son el adelgazamiento y pérdida de grasa de hasta un 50% del peso del animal, pérdida de la fuerza muscular y debilidad de los huesos largos. En general, los individuos enfermos tienden a buscar refugio y se aíslan del grupo del cual proceden. Debido a su estado físico se resisten a volar por la debilidad de su organismo.

El plomo inhibe el metabolismo del calcio (elemento esencial de los sistemas óseo y nervioso), se fija en la membrana de los glóbulos rojos dificultando su permeabilidad y disminuyendo su vida media. Las características causticas del plomo afectan a toda la mucosa digestiva produciendo disfuncionalidad.

Los animales afectados por plumbismo tienen una deficiencia inmunológica que les hace mucho más propensos a adquirir infecciones bacterianas y parasitarias. En general los individuos afectados presentan depresión, atrofia de la musculatura, pérdida de peso, debilidad, diarrea verde por exceso de bilis la cual mancha las plumas de la región ventral del animal, anorexia, vómitos, parálisis de las extremidades inferiores, pérdida en la eficiencia del vuelo, convulsiones, ceguera, deficiencias en el cuadro hemático y presencia de glóbulos rojos sin el grupo heme (parte de la molécula de hemoglobina donde se fija el oxígeno).

En los casos extremos se produce la muerte. Cuando se realizan las necropsias de aves que mueren por plumbismo, se suele notar la presencia de perdigones en el tubo digestivo debido a su ingestión, mucosa digestiva

queratinizada por el efecto cáustico del plomo, deshidratación y deficiente estado nutricional, hipertrofia renales y necrosis hepática.

Se considera que un animal sufre de plumbismo cuando posee un nivel superior a 6 partes por millón (ppm) de peso húmedo de hígado (algunos hablan de 2 ppm) o mayor de 10 ppm de plomo en peso seco de hígado.

Las aves con plumbismo, al ser más débiles, tener un bajo peso y menor capacidad de reacción, tienen 1,65 veces más probabilidades de ser abatidas por los cazadores. 5 perdigones contienen la suficiente cantidad de plomo letal para esos animales. Aves de rapiña o carroñeras que se alimentan de otras aves con plumbismo, incorporan el plomo a sus propios organismos, extendiendo la intoxicación a través de la cadena trófica.

El tratamiento de urgencia de las aves afectadas consiste en la administración de EDTA Ca vía intravenosa en una dosis de 40 mg/Kg. del animal, diluido en suero fisiológico, para la eliminación química del plomo. Para reducir sus efectos cáusticos en el tubo digestivo es necesaria la dosificación de sustancias quelantes vía oral. Además es imprescindible desde un primer momento, la aspiración o extracción quirúrgica de los perdigones que se detecten por medio de radiografía en la molleja.

La administración de complejo vitamínico B y antibióticos de amplio espectro, evitan o atenuan la posibilidad de contraer infecciones. Otro tratamiento obligatorio es la alimentación forzada y rehidratación (pues los ejemplares enfermos normalmente están tan débiles que no han comido en un período prolongado) y mantener al animal en las condiciones de hospitalización más adecuadas posibles, pueden morir del "stress" al estar enjaulados mientras se recuperan definitivamente.

6.13.3 Soluciones

Desde 1985 se empezó a prohibir la cacería con perdigones de plomo en los EE.UU. y ya 17 estados lo tienen completamente prohibido. En Canadá el uso de estos perdigones está prohibido desde 1992 y lo mismo ocurrirá para Dinamarca a partir de 1993. En Suecia, una medida similar cuenta con el apoyo de las asociaciones de

cazadores. Para el 2000 se prohibirá el uso de perdigones de plomo en toda Noruega. En Australia se prohibirá el uso de esos perdigones en zonas de humedales a partir de 1993.

Hoy en día se hacen perdigones con metales alternativos como acero, wolframio, tungsteno y otros metales y aleaciones no tóxicas. El acero es el que parece ser el más popular. Si bien es más costoso que el plomo, se cree que si su fabricación aumenta significativamente, entonces su precio será competitivo con respecto a los perdigones de plomo. Los perdigones de acero son 30% menos pesados que el plomo lo que disminuye el arco de tiro haciendo más difícil dar al blanco con el mismo. Esto beneficiaría a los buenos cazadores y no a aquellos que disparan a lo loco. Su velocidad de salida del cañón también es menor por lo que su rango es menor, pero se están trabajando en aleaciones para corregir este problema.

Los perdigones de acero también beneficiarán a las escopetas de fabricación americana por tener sus cañones más gruesos. Esto permite que los cartuchos puedan producir grandes presiones en su interior, compensando el menor peso de los perdigones de acero, mientras que las escopetas europeas son más ligeras. Los perdigones de acero también muestran menor dispersión que los de plomo; sin embargo, dado que la mayor parte de los disparos a las aves se produce en un rango igual o inferior a los 40 metros, dicha diferencia no es significativa a tal distancia.

El cartucho con perdigones de acero para las escopetas americanas, posee una copa de plástico interna más grande, de manera que los perdigones de acero en su recorrido a lo largo del cañón no arañan las paredes internas. El tipo de cañón más efectivo tiene un ligero estrechamiento en la parte terminal del mismo de manera que permite producir presiones superiores en la boca cañón que compensa el menor peso específico del acero.

En el Reino Unido se están probando cartuchos de wolframio (cuyo precio actual es de Bs. 1.800 por 25 cartuchos).

El otro metal que se está probando es el tungsteno; si bien es dos veces más pesado que el plomo, se le mezcla con plástico para reducir su peso. Su precio actual es de dos dólares por cartucho.

6.13.4 Acciones a tomar en Venezuela

El problema de la presencia de cantidades significativas de plomo dispersas en áreas silvestres puede tener consecuencias devastadoras para las especies de fauna. El envenenamiento por plomo en mamíferos y aves, tal como hemos señalado, tiene las mismas consecuencias sobre el sistema nervioso y el metabolismo que hemos descrito para los humanos, exponiéndolos a una forma de muerte cruel y dolorosa. A través de la cadena trófica puede afectar a los depredadores e incluso a los cazadores humanos. La contaminación de suelos y cuerpos de agua, activa durante mucho tiempo, puede afectar la calidad de los productos agrícolas. Es absolutamente necesario entonces encarar responsablemente el problema con acciones concretas como las que sugerimos a continuación:

1. Inicio de un programa de investigación para conocer la incidencia de plumbismo entre las aves silvestres y, en particular, las de humedales del país.
2. Estricto control de las actividades cinegéticas en las zonas de humedales del país.
3. Establecer un plazo de 3 años para popularizar el uso de perdigones de metales no tóxicos.
4. Prohibición del uso de cartuchos de plomo en toda Venezuela a partir del 2000.
5. Cambio en la política del Estado de tratar de ignorar el problema por una que lo enfrente con el concurso de las asociaciones de cazadores y grupos ambientalistas.

6.14 Los cigarrillos

El problema de la contaminación con plomo de los suelos en áreas agrícolas, señalado anteriormente para otros cultivos se manifiesta como especialmente intenso en el tabaco, dada la eficiencia con que esta planta fija en sus tejidos elementos del suelo. Cuando las tierras donde se cultiva el tabaco han sido tratadas con plaguicidas que contienen arsenato de plomo, los cigarrillos que se producen a partir del mismo tienen hasta 13 μg de plomo, del cual 1,5 pasan en forma de partículas suspendidas en humo a los pulmones. Ello quiere decir que una persona que fume un paquete diario de cigarrillos inhala 30 μg

de Pb al día, dosis capaz de ocasionar daños neurológicos, disfunciones psicomotoras y deterioro intelectual, permanentes. Esto significa que esa persona, por este medio, ingiere un 50% diario de plomo adicional de lo que lo hace por fuentes urbanas. Una persona que fume un paquete diario durante diez años incorpora casi 110 gramos de plomo a su cuerpo.

En todos los estudios de plomo en sangre en Venezuela, los fumadores siempre presentan una proporción de plomo en su organismo superior a la de los no fumadores (ver TABLA 11).

TABLA 11. COMPARACION DE NIVELES DE PLOMO EN LA SANGRE ($\mu\text{g}/\text{dl}$) ENTRE INDIVIDUOS FUMADORES Y NO FUMADORES

	FUMADORES	NO FUMADORES
CARACAS		
LOS RUICES	15	14
CHACAO	19	18
EL CEMENTERIO	18	15
LA VEGA	14	15
MARACAIBO	20	18
MARACAY	19	18
VALENCIA	19	18
BARQUISIMETO	15	15
PUERTO ORDAZ	15	13
PROMEDIO	16,90	14,10

6.15 Licor ilegal

Los alambiques que se utilizan para fabricar whisky o ron ilegal, tienen soldaduras de plomo ya que utilizan radiadores de carros que tienen este metal. Los síntomas típicos de los bebedores de licor fabricado de esta manera son la encefalopatía plúmica y la nefritis con gota. Sin embargo, se trata de una enfermedad difícil de diagnosticar ya que los síntomas del saturnismo y el alcoholismo agudo son muy similares.

En Venezuela la práctica de producir artesanalmente ciertas variedades de bebidas alcohólicas está muy difundida en el medio rural. Pese a la vigilancia estricta de las autoridades y utilizando jugo de caña o papelón son elaborados, en alambiques improvisados, aguardientes (*mitche, cachicano*) contaminados con plomo o cobre provenientes de los serpentines hechos con tubos de estos metales.

6.16 Plomo en los desechos sólidos

El plomo se encuentra ampliamente distribuido entre los desechos sólidos como parte de muchos objetos de uso diario. El origen de ese plomo, suele ser como se muestra en la TABLA 12.

TABLA 12. FUENTES DE PLOMO EN LOS DESECHOS SOLIDOS

FUENTE	(%)
-BATERIAS Y PILAS	65
-APARATOS ELECTRÓNICOS (TELEVISORES, RADIOS, ETC.)	27
-VIDRIO Y CERÁMICA	3
-PLÁSTICOS (PLOMO COMO ESTABILIZADOR TÉRMICO EN RESINAS DE CLORURO DE POLIVINILO Y COMO COMPONENTE DE LOS PIGMENTOS DE MUCHAS RESINAS)	2
-LATAS SOLDADAS	1
-PIGMENTOS DE PINTURAS	1
-OTROS (BOMBILLOS, PRODUCTOS DE GOMA, ACEITE USADO, ENVOLTORIO DE LAS TAPAS DE BOTELLAS DE VINO, PRODUCTOS DE BRONCE Y ESTAÑO)	1

Como puede observarse las baterías y pilas son por mucho una fuente muy importante de plomo. Campañas de recolección de pilas por iniciativa gubernamental o de organizaciones ambientalistas tienen lugar en algunos países, ya que no sólo son fuentes de plomo sino de otros metales, cadmio y mercurio por ejemplo, potencialmente tóxicos.

6.17 Otras fuentes de plomo

Radiadores de carros en ventas de repuestos usados o chiveras, la incineración de ciertos tipos de papel como los de las comiquitas y papel de regalo así como de madera que ha sido pintada, la incineración incontrolada de desechos sólidos, la incineración de velas que tienen pabilo cubierto de plomo que llevan niveles de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de este metal, movimientos de tierra no controlados, pesas, soldaditos de plomo, grafito de los lápices, las placas de los acumuladores de baterías (sobre

todo cuando se encuentran botadas al aire libre), el nitrogenuro de plomo (un detonador), cables, pantallas de televisores a color, protectores de radiación y plásticos.

7. Exposición ocupacional

De acuerdo a la profesión o cercanía a una fuente más o menos constante de plomo, numerosas personas se ven afectadas por la contaminación debido a este metal. En la TABLA 13 se exponen algunos ejemplos.

TABLA 13. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL MAXIMA OBSERVADA AL PLOMO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

SOLDADORES QUE UTILIZAN ANTORCHAS DE OXIACTILENO AL CORTAR ACERO PINTADO CON PINTURA CON PLOMO EN CONDICIONES DE BUENA VENTILACIÓN	24.000
SOLDADORES DE ARCO ELÉCTRICO TRABAJANDO SOBRE ACERO RECUBIERTO CON SILICATO DE CINC EN CONDICIONES DE MALA VENTILACIÓN	15.000
OPERACIÓN SECUNDARIA DE FUNDICIONES	4.800
OPERADORES EN FUNDICIÓN DE PLOMO	4.000
FABRICACIÓN DE PLOMO ALCALINO	1.249
FABRICACIÓN DE BATERÍAS	1.200
FABRICACIÓN DE LATAS	800
LIJAR PINTURA DE INTERIORES CON PLOMO DURANTE 5 MINUTOS	550
LIJAR PINTURA DE EXTERIORES CON PLOMO DURANTE 22 MINUTOS	510
VENTA DE GASOLINA CON PLOMO	VARIABLE
FISCALES DE TRÁNSITO	VARIABLE

8. Conclusiones

Con relación a la contaminación con plomo es bueno recordar que:

1. El plomo carece de valor alguno desde el punto de vista biológico o fisiológico; lo único que hace es interferir con las funciones esenciales de los organismos.
2. El plomo es indestructible.

3. La presencia del plomo en el cuerpo es acumulativa y sus efectos son, en su mayor parte, irreversibles.

4. De manera consistente, estudios científicos indican que los efectos adversos del plomo aparecen aún en cantidades minúsculas del mismo y por debajo de las normas establecidas previamente.

5. Se desconoce con exactitud el número de personas afectadas por plumbismo por falta de investigación sistemática. Pero cada vez que se investiga a una población en Venezuela, sus niveles de plomo en el cuerpo superan las expectativas.

6. El plomo es tóxico, no importa donde se encuentre, y el plomo se encuentra en todas partes.

Por consiguiente cualquier estrategia futura debe estar basada en varias premisas:

1) Identificar los grupos de mayor riesgo al plumbismo así como las principales fuentes de contaminación.

2) Establecer los costos y beneficios de eliminación de esas fuentes.

3) Crear mecanismos administrativos y financieros que aseguren que tales medidas se van a tomar. Uno de esos pasos sería establecer impuestos especiales sobre la importación de plomo y cualquiera de sus compuestos el cual iría a los programas de desplomización. Algo similar es lo que se ha hecho con la reducción de CFCs en EE.UU. El impacto de tal medida sobre el consumidor sería moderado (entre 10 y 20% en el aumento del precio de las baterías o, lo que es lo mismo, unos 300 Bs. al año por batería). A la larga ese costo se haría menor ya que incentivaría el uso de plomo reciclado para esas baterías. De hecho, ya las baterías que se fabrican en los EE.UU. contienen 50% de plomo reciclado. Así, este impuesto estimularía el mercado, más que regularlo, hacia un uso más cuidadoso del plomo, incentivando así su reuso y reciclaje, a la vez que se crea una mayor atención pública hacia el problema del plumbismo.

El impuesto podría estar alrededor de los 2.500 dólares USA por tonelada importada y podría no

ser fijo, es decir, con parámetros de máximo y mínimos para ajustarlo de acuerdo a la ley de la oferta y la demanda.

4) Estimular el uso de productos no plumbícos, programas de reciclaje y disposición de plomo. Estos programas deberían estar bajo la tutela del MARNR, el MSAS, un representante de la industria que utiliza el plomo en sus procesos, un representante del sector salud independiente del Estado, un representante de las ONG (Organizaciones no Gubernamentales) ambientalistas independientes del Estado y un representante de grupos de consumidores.

9. Otras consideraciones

Dado el efecto acumulativo del plomo, para atacar este problema hay que diseñar una estrategia de dos frentes: la primera, la de eliminar las fuentes del mismo, (plomo en gasolina, etc) así como el plomo acumulado producto de actividades del pasado (pintura). Para ello hay que:

- * Aumentar la sensibilidad pública ante este problema.
- * Eliminar de las fuentes del plomo en contacto humano.
- * Prestar servicios gratuitos de diagnóstico.
- * Estar alertas en resultados clínicos de más de 10 µg/dl de sangre.
- * Llevar a cabo estudios generalizados y masivos en las escuelas.
- * Eliminar el uso de la gasolina con plomo.
- * Analizar las paredes de casas construidas antes de 1977.
- * Si las paredes o el cemento muestran tener más de un 1% de plomo, entonces la pintura en las mismas debe ser eliminada por profesionales.
- * Analizar el contenido de plomo en agua que llega a las casas así como el nivel de pH (acididad y alcalinidad del agua) para saber si en realidad la misma puede corroer sus tuberías de plomo.
- * Mantener a los niños fuera del hogar cuando se hacen renovaciones si la casa fue construida antes de 1977.
- * No usar cerámica para cocinar, almacenar o comer y/o beber comidas, a menos que pruebas de laboratorio demuestren que son inocuas.
- * Lavar bien las frutas y vegetales.
- * No incinerar dentro de las casas suplementos de comiquitas, papeles para envolver regalos de Navidad o madera que haya sido pintada.
- * Asegurarse que las cañerías de su casa no están

soldadas sino unidas por tuercas.

- * Baje el agua de la poceta y deje correr el agua del grifo antes de usarla después de que la casa haya estado desocupada por un tiempo.
- * Sólo use agua fría para cocinar y lavar.
- * Intensificar el reciclaje de baterías que contienen plomo.
- * Mantener un mayor control sobre fundiciones y refinerías.
- * Identificar suelos con alto contenido de plomo.
- * Establecer sanciones severas en contra de los contaminadores por plomo.
- * Si su agua presenta problemas de más de 20 $\mu\text{g/l}$ de plomo, reemplace las tuberías de plomo o cómprese un filtro. Las tuberías de plomo se reconocen por ser de gris oscuro y las soldaduras en tuberías de cobre son de gris plateado.

Sólo hasta que reconozcamos la severidad del problema de la contaminación por plomo y la ataquemos con decisión y coraje será cuando empieceremos a pagar la deuda que tenemos con millones de venezolanos que por la cantidad de plomo en sus organismos han visto mermada su salud, el ambiente y la economía del país.

Fuentes documentales

Fuentes generales acerca del plomo: Baghurst et al (1992a,b). Bellinger et al (1989), Chisolm (1971), CODA (1991), EDF (1990), EPA (1989, 1991), Epelman (1991), Florini (1992), Miller (1990), Romero et al (1990), Romero (1993), Romero y Mayayo (1992), J. Schubert (1966), Sittig (1991), Soto (1987), Waldman (1991), Newsweek 17/2/92., New York Times (13/9/92; 21/10/92; 29/10/92).

Información acerca de cantidad promedio de plomo en la corteza terrestre: Encyclopaedia Britannica (1974) tomo 6, los niveles de plomo en los glaciares de Groenlandia provienen de Nebel (1981).

La información sobre los niveles de plomo en la atmósfera se basó en Albornoz et al (1992), Ceden et al (1990), CORPOVEN (1989, 1992), Barrera & Brusco (1982), Fernández (1989), INZIT-CICASI (1992), Lara et al (1984) Morales et al (1979), Morán de Ramírez et al (1988), Rodríguez & Alarcón (1982), Sánchez et al (1990), Universidad de Carabobo (1992), UNICEF-PNUMA (1990) y Yosida (1990), así como datos suministrados por el MSAS y los Boletines del MARNR de Calidad Ambiental. La cita a la cantidad de plomo en la gasolina en diversas partes de Venezuela se tomó de El Universal (31/7/92). La información sobre el crecimiento del parque automotor se tomó de El Universal (11/4/91; 19/6/92; 16/1/93), Diario de Caracas (14/4/91) y Economía Hoy (15/2/93).

Plomo en Sangre: Feo (1991), Fernández et al (1989), INTEVEP (1990), R. A. Romero et al. (1990), Universidad de Carabobo (1987, 1990, 1992).

Información sobre el caso de San Cristóbal proviene de Méndez et al (1990).

Tenemos copia de las cartas enviadas por PDVSA tanto al Daily Journal como al Ing. Jesús Soucre con fecha de 22 de octubre 1980.

Información sobre la conducta de las compañías de plomo se tomó de OCTEL (s/f), ILZRO (1991), Reich (1992), Robert (1983) y Taylor & Sudnik (1984). El nivel de plomo en la gasolina en el Reino Unido se tomó de OCTEL (s/f). La información sobre las tácticas de desprecio de las compañías de plomo se tomó de Palca (1991, 1992) y de The Wall Street Journal (27/5/92), Science 256:1338 (5/6/92), The Pittsburgh Press (15/4/92) e Indoor Air Review 2(4):1,30 (6/92).

La información acerca de los planes de expansión de la Ethyl se tomaron de The Richmond News Leader (25/4/91), The Norfolk (Virginia) Ledger-Star (26/4/92), Chemicalweek (26/6/91) y The Toronto Star (25/3/92).

La noticia sobre la comisión automotriz para la eliminación de la gasolina con plomo se tomó de El Diario de Caracas (6/3/91), Economía Hoy (6/3/91). La información de que se tardará mucho tiempo en vender gasolina sin plomo en el país fueron unas declaraciones del presidente de PEQUIVEN dadas a El Diario de Caracas (9/3/91). Las cantidades de gasolina sin plomo exportadas (24.000 barriles para 1990) sólo por parte de la refinería del El Palito apareció en Reporte (12/3/91). El consumo de gasolina per capita apareció en The Daily Journal (26/4/91).

El uso de gasolina sin plomo en otros países de Latinoamérica se tomó de The Daily Journal (4/9/91) y de informaciones directas suministradas por Greenpeace en Argentina y la Fundación

Natura en el Ecuador.

MTBE: Diario de Caracas (16/3/92; 6/2/93), Economía Hoy (19/3/92), El Nacional (20/3/92), Reporte (23/11/92), New York Times (10/9/91; 30/10/92).

La información sobre gastos de CITGO en EE.UU. para mejorar la calidad ambiental de sus productos Economía Hoy (21/11/91).

La información sobre la tasa empleados/barril producidos por PDVSA se tomó de Time Magazine (29/6/92).

Sobre plomo en el suelo en Venezuela se utilizaron datos de Burguera et al (1988) y García-Miragaya et al (1981).

La información sobre el plomo en el tabaco se tomó de Romero & Prato (1993).

Información sobre el plomo y la caza se tomó de CODA (1992), Caza y Pesca Enero:55-56 y Romero (1993a).

Literatura citada

Albornoz, A.; E. Socorro, Z. Rivas, A. Di Domenico & H. Mendoza. 1992. Contaminación atmosférica en la ciudad de Maracaibo. Niveles y tendencias. Maracaibo: ICLAM-MARNR, 22 pp.

Barrera, C.A. & L.A. Brusco. 1982. Los problemas ambientales urbanos. Área metropolitana de Caracas. Diagnóstico y políticas ambientales. Sistemas Ambientales Venezolanos. Caracas:MARNR, 64 pp.

Baghurst, P.A.; A.J. McMichael, N.R. Wigg, G.V. Vimpari, E.F. Robertson, R.J. Roberts, S.-L. Tong. 1992. Environmental exposure to lead and children's intelligence at the age of seven years. *N. Engl. J. Med.* 327:1279-1284.

Baghurst, P.A.; S.-L. Tong, A. J. McMichael, E.F. Robertson, N.R. Wigg & G.V. Vimpari. 1992. Determinants of blood lead concentrations to age 5 years in a birth cohort study of children living in the lead smelting city of Port Pirie and surrounding areas. *Arch. Environ. Health* 47(3):203-210.

Bellinger, D.; A. Levitan, C. Watermaux, H.L. Needleman & M. Rabinowitz. 1989. Low-level Lead Exposure, Social Class, and Infant Development. *Neurotoxicology and Teratology* 10:497-503.

Burguera, J.L.; M. Burguera & C. Rondón. 1988. Lead in roadside soils of Mérida City, Venezuela. *Sci. Total Environ.* 77:45-49.

CDC (Center for Disease Control). 1991. Preventing lead poisoning in young children. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, 108 pp.

CEPET. 1989. La industria venezolana de los hidrocarburos. 2 vols. Caracas: CEPET.

Chisolm, Jr., J.J. 1971. Lead poisoning. *Scient. Amer.* 224(2): 15-23.

CODA. 1991. Envenenamiento de aves por perdigones de plomo. Madrid: Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental e ICONA, 59 pp.

- Curiel Rodríguez, A. & P.R. Alarcón. 1982. Temas sobre la contaminación ambiental. *Ciencia al Día* 21(2):7-9.
- EDF. 1990. *Legacy of Lead: America's continuing epidemic of childhood lead poisoning*. Washington, D.C.: Environmental Defense Fund, 59 pp.
- EPA. 1989. *Characterization of Products Containing Lead and Cadmium in Municipal Solid Waste in the United States, 1970 to 2000. Final Report. Executive Summary*. Washington, D.C.: United States Environmental Protection Agency, 10 pp.
- EPA. 1991. *U.S. Environmental Protection Agency strategy for reducing lead exposures*. Washington, D.C.: EPA, 39 pp.
- Epelman, M. 1991. *La transferencia de tóxicos al Tercer Mundo. El problema de los aditivos de plomo para naftas en Argentina*. Buenos Aires: Greenpeace, 21 pp.
- Escalona, L. & Y. Perdomo. 1990. Niveles de sólidos suspendidos totales en el aire de una zona de Valencia. En: VI Congr. Venez. Ing. Sanit. Amb., Publicaciones, Tomo 2, 8 pp.
- Escalona, L. & E. Sanhueza. 1981. *Elemental analysis of the total suspended matter in the air of Caracas*. *Atmosph. Environ.* 15:61-64.
- Feo, O. 1991. *Plomo en madres y sus hijos recién nacidos*. Maracay: Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina "J.W. Torrealba", Unidad de Salud Ocupacional, 15 pp.
- Florini, K.L. 1992. *Federal action -and inaction- on lead*. Washington, D.C.: Environmental Defense Fund, 29 pp.
- Fernández, G. y K. Celeste. 1989. *Reporte de las concentraciones atmosféricas de plomo y partículas totales en suspensión en varias ciudades de Venezuela durante los años 1987 y 1988*. Reporte del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Dirección General Sectorial de Malariología y Saneamiento Ambiental, Dirección de Ingeniería Sanitaria, División de Control Sanitario del Aire, Departamento de Control de Contaminación Atmosférica, Maracay, 95 pp.
- García-Miragaya, J.; S. Castro & J. Paolini. 1981. *Lead and zinc levels and chemical fractionation in road-side solid of Caracas, Venezuela*. *Water Air. Soil Poll.* 15:285-297.
- Godish, T. 1991. *Air Quality*. Chelsea, Michigan: Lewis Publishers, 422 pp.
- Harte, J.; C. Holdren, R. Schneider & C. Shirley. 1991. *Toxics A to Z. A guide to everyday pollution hazards*. Berkely: University of California Press, 479 pp.
- ILZRO. 1991. *Lead In Gasoline. Environmental Issues-1991*. (s/l): International Lead Zinc Research Organization, Inc., 57 pp.
- INZIT-CICASI (Fundación Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas). 1992. *Informe de Resultados. 24 de abril de 1992*. Maracaibo: INZIT-CICASI, 11 pp.
- INTEVEP. 1990. *Estudio comparativo de los niveles de plomo en aire y sangre. Parte II. Informe de Avance*. Los Teques: Intevep, 140 pp.
- Lara, V.; C. Bifano & E. Sanhueza. 1984. *Pb, Cd, Mn y Fe en las partículas respirables del centro de Caracas*. *Acta Cient. Venez.* 35:369-373.
- Méndez, Y.; H. Hurtado, E. Briceño & F. Cuesta. 1990. *Calidad de vida de la ciudad de San Cristóbal (1990)*. (manuscrito) 24 pp.
- Miller, Jr., G.T. 1990. *Living in the Environment*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Co., pp. 472-473.
- Morales, J.A.; L. Escalona, C. Ishizaki & E. Sanhueza. 1979. *Forest fires: An important source of benzo(a)Pyrene in the Caracas Valley*. *Air. Pollut. Contr. Ass. J.* 29(10):1072-1073.
- Morán de Ramírez, M.; J. Bates & H. Mendoza. 1988. *La contaminación atmosférica en el valle de Caracas: niveles y tendencias*. V Congreso Venezolano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Maracaibo, marzo 1988, 13 pp.
- Nebel, B. 1981. *Environmental Science*. Englewood Cliff, N. J.: Prentice-Hall, INC.
- OCTEL (s/f). *Position paper on leaded gasoline* (panfleto), 8 pp.
- Palca, J. 1991. *Get-the-Lead-Our Guru Challenged*. *Science* 253: 842-844.
- Palca, J. 1992. *Lead Researcher Confronts Accusers in Public Hearing*. *Science* 256:437-438.
- Pimentel, J.C. 1985. *Estudio sobre la contaminación atmosférica en la ciudad de Valencia, producida por polvo suspendido, plomo en partículas suspendidas y polvo sedimentable, durante el 4to. trimestre de 1984 y 1er. semestre de 1985*. En: IV Congreso Venezolano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Valera, 7pp.
- Reich, P. 1992. *The Hour of Lead. A Brief History of Lead Poisoning in the United States, over the Past Century and the Efforts by the Lead Industry to Delay Regulation*. Washington, D.C.: Environmental Defense Fund, 47 pp.
- Romero, A. & A. Mayayo. 1992. *Manual de Ciencias Ambientales*. Caracas: BIOMA, 211 pp.
- Romero, A. 1992a. *Auditoría ambiental de Venezuela 1991. Un reporte sobre la situación ecológica de Venezuela hasta el 31 de diciembre de 1991*. Caracas: BIOMA, 110 pp.
- Romero, A. 1993a. *El envenenamiento por plomo en aves: un problema que si tiene solución*. Caza Pesca ...
- Romero, A. y R. Prato. 1993. *Tabaco, Ambiente y Salud. La situación en Venezuela y el mundo*. Caracas: BIOMA, 16 pp.
- Robert, J.C. 1983. *Ethyl. A History of the Corporation and the People Who Made It*. Charlottesville: University Press of Virginia.
- R. A. Romero, V. A. Granadillo, J. A. Navarro, B. Rodríguez-Iturbe, J. Pappaterra y H. Pirela G.. 1990. *Placental transfer of lead in mother/newborn pairs of Maracaibo city (Venezuela)*. *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.* 4(4): 241-243.
- Sánchez, J.C.; A.L. Cedeño, A. Arrocha & C. Lombardi. 1990. *Air lead pollution in Venezuela*, pp. 67-70, En: L.J. Brasser & W.C. Mulder (eds.). *Man and his ecosystem. Proceedings of the 8th World Clean Air Congress 1989, The Hague, Netherlands, 11-15 September 1989, Vol. 1*.

Sanhueza, E. 1992. *Global and hemispheric changes in tropospheric chemistry*. *Interciencia* 17(4):208-217.

Schubert, J. 1966. *Chelation in medicine*. *Scienc. Amer.* 241(15): 40-50.

Sittig, M. 1991. *Handbook of toxic and hazardous chemicals and cancerigenous*. Park Ridge, NJ: Noyes Publications.

Soto, W. et al. 1987. *Intoxicación y efectos producidos por el plomo en los trabajadores de las estaciones de servicio de gasolina en Maracay, Estado Aragua, 1984*. *Cent. Med.* 33(2):131- 137.

Taylor, G.D. & P.E. Sudnik. 1984. *Du Pont and the international chemical industry*. Boston: Twayne Publishers, 231 pp.

Tyler, G. 1992 *Living in the Environment*. Wadsworth Publishing Company, Belmont California, 750 pp.

UNICEF-PNUA. 1990. *La infancia y el medio ambiente. Estado del medio ambiente* 73 pp.

Universidad de Carabobo. 1987. *Informe del Proyecto "Determinación de los niveles de plomo y de la enzima delta-aminolevulínico-dehidratasa ácida (ALA-D) en sangre, en muestras de las poblaciones de Caracas, Maracaibo, Cumaná, Cumarebo, Valencia y Maracay"*. Maracay: UC, Facultad de Ciencias de la Salud, Unidad de Metales Pesados y Genética Humana, Núcleo Aragua, 73 pp. + anexos.

Universidad de Carabobo. 1990. *Informe del proyecto "Estudio comparativo de los niveles de plomo en aire y sangre"*. Maracay: UC, Facultad de Ciencias de la Salud, Núcleo Aragua, Unidad de Salud Ocupacional, Laboratorio de Metales Pesados, 31 pp.

Universidad de Carabobo. 1992. *Estudio Comparativo de plomo en aire y sangre. Parte III*. Universidad de Carabobo, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Medicina "Witremundo Torrealba", Unidad de Salud Ocupacional, Laboratorio de Metales Pesados. Maracay: 18 pp + anexos.

Waldman, S. 1991. *Lead and tour kids*. *Newsweek*, July 15, pp.:42- 48.

Yosida, R. 1990. *Caracas es el área más crítica en la contaminación atmosférica*. *Ambito* (6):52-53.