CASA ABIERTA AL TIEMPO

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
XOCHIMILCO
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRIA EN SALUD EN EL TRABAJO

NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN POBLACIÓN OCUPACIONALMENTE EXPUESTA A GASOLINA.

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN SALUD EN EL TRABAJO

PRESENTA

FERNANDO MENESES GONZALEZ.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. XOCHIMILCO

DIRECTOR DE TESIS

M en C. JORGE ANTONIO VILLEGAS RODRÍGUEZ

MÉXICO, D.F. 1996.

Para los motores de la vida:
Josefina, Mariana, Blanca y Fernando.

Por el apoyo para concluir una tarea iniciada hace tiempo:

Mauricio Hernández Ávila

Isabel Romieu

Eduardo Palazuelos Rendón

Jorge Antonio Villegas Rodríguez

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN ...1

II. OBJETIVOS ...3

III. HIPÓTESIS ...4

IV. MÉTODOS ...5

V. HISTORIA DEL PLOMO ...10

VI. TOXICOCINÉTICA Y TOXICODINÁMIA DEL PLOMO ...14

VII. INDICADORES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y BIOLÓGICA ...18

VIII. DAÑOS A LA SALUD POR EL PLOMO ...27

IX. FUENTES DE EXPOSICIÓN A PLOMO EN MÉXICO ...32

X. PLOMO Y GASOLINA ...38

XI. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A PLOMO ...46

XII. INTOXICACIÓN OCUPACIONAL POR PLOMO EN MÉXICO ...52

XIII. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAMPO ...55

XIV. CONCLUSIONES ...73

XV. NOTAS Y REFERENCIAS ...80

XVI. CUADROS Y FIGURAS ...85

INDICE DE CUADROS.

1. Principales productores de plomo en el mundo.
2. Ubicación y capacidad de las dos principales plantas de fundición y refinado de plomo en México.
3. Distribución de la concentración de derivados alquílicos de plomo en aire.
4. Producción de gasolina en México. 1970-1989.
5. Contenido de tetraetilo de plomo en gasolinas mexicanas. 1970-1990.
6. Contenido de tetraetilo de plomo en diferentes gasolinas. Comparación con otros países. 1990
7. Distribución porcentual de los trabajadores según la estación de servicio seleccionada.
8. Distribución porcentual de los trabajadores según el antecedente laboral.
9. Distribución porcentual de los problemas de salud reportados por los trabajadores.
10. Distribución porcentual de los síntomas, signos y/o padecimientos reportados por los trabajadores.
11. Factores de riesgo para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.
12. Análisis estratificado de la antigüedad en el trabajo con utilizar ollas de barro para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.
13. Análisis estratificado de la antigüedad en el trabajo con el cocinar en ollas de barro para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.
14. Análisis estratificado de la antigüedad en el trabajo con el guardar alimentos en ollas de barro para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.
15. Análisis de regresión múltiple de los factores de riesgo para los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.

INDICE DE FIGURAS.

1. Historia de la producción de plomo.
2. Plomo atmosférico y aporte al organismo humano.
3. Vías de absorción, distribución y eliminación del plomo en el organismo humano.
4. Modelo del metabolismo del plomo.
5. Tendencia de los límites para niveles de plomo en sangre de población general. 1930-1990
6. Niveles de plomo en sangre y daños a la salud en población adulta e infantil.
7. Principales enfermedades del trabajo registradas y 1991.
8. Tendencia de Saturnismo en la República Mexicana.1983-1992.
9. Niveles trimestrales de plomo en tres zonas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1986-1994.
10. Proceso de trabajo del expendedor de gasolina.
11. Tendencia de promedios mensuales de la concentración de plomo en cinco zonas de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1993
12. Concentraciones promedio de plomo en aire en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. 1993
13. Factores de riesgo (R.M.;I.C.$_{95\%}$) de los niveles de plomo en sangre de trabajadores de gasolineras. 1993.

I. INTRODUCCIÓN.

El plomo es un metal que ha estado presente a lo largo de la historia del hombre. El metal no tiene utilidad alguna en las diversas funciones del organismo humano. Los efectos a la salud por la exposición al metal han sido ampliamente documentados desde hace ya varios cientos de años. En el caso mexicano, desde la década de los 60's se tienen publicaciones que registran la magnitud de la exposición a plomo, sea por indicadores biológicos o daños a la salud.

En la industria mexicana existe una gama de actividades donde se incorpora el uso del plomo a los procesos industriales. Los trabajadores allí ubicados están, en alguna medida, expuestos a diversas concentraciones del metal. Por otro lado, existen grupos de trabajadores que no están incorporados a las ramas de la industria pero sí en los servicios y en cuya actividad se encuentra presente el plomo. Uno de estos grupos de trabajadores es el que labora en los expendios de gasolina, donde el elemento central de la actividad laboral es la venta de este combustible.

El proceso de trabajo que desarrolla este grupo ocupacional deja ver la presencia de una serie de factores de riesgo que contribuyen a desarrollar un proceso de daño en los expendedores de gasolina.

Uno de los principales componentes de la gasolina ha sido el plomo, en forma de alquilos y cuya función es la de servir como antidetonante. El manejo directo de la gasolina y el proceso de combustión de estos compuestos alquílicos son fuente de exposición durante la jornada de trabajo de este grupo ocupacional.

En el presente estudio se analiza parte del proceso de trabajo que desarrolla este grupo ocupacional y el impacto que tiene la exposición

cotidiana a uno de los contaminantes que se encuentran en su microambiente laboral. Asimismo presenta las prevalencias de niveles de plomo en sangre en trabajadores ocupacionalmente expuestos a gasolinas en el Distrito Federal y establece la atribución que tiene la exposición ocupacional para explicar la presencia de esos niveles en comparación con otras fuentes de exposición no ocupacional.

Se sabe que, en población trabajadora y no trabajadora, la contínua exposición a fuentes de emisión de plomo conduce a daños a la salud que pueden ser clínicos o subclínicos, pero en el caso de este grupo ocupacional, es poca la información con la que se cuenta, tanto a nivel nacional como internacional que documente el impacto de la exposición ocupacional al plomo de las gasolinas, ya sea como niveles de plomo en sangre o bien como daños a la salud.

Si bien este grupo ocupacional tiene en su proceso de trabajo, además del plomo de la gasolina, otro tipo de exposiciones y como ejemplos más notorios se tienen a los hidrocarburos componentes del combustible, el ruido de tráfico en su microambiente laboral o un ritmo de trabajo intenso. Estas exposiciones seguramente resultan, en mayor o menor medida, en daños a la salud del despachador de gasolina, pero por las condiciones propias para la realización del presente estudio sólo se documentará la prevalencia de los niveles de plomo en sangre y los factores, laborales y extraocupacionales, que determinan esos valores.

Los resultados del presente estudio muestran una pequeña parte del escenario donde se da el proceso de trabajo, las exposiciones y los efectos en la salud de este grupo ocupacional esperando que sirvan como aporte para investigaciones posteriores que documenten en mayor cuantía esa relación.

II. OBJETIVOS

GENERAL

Establecer la prevalencia de niveles de plomo en sangre en una muestra de trabajadores expuestos a gasolina que laboran en gasolineras del Distrito Federal, así como establecer el peso que tiene esta exposición en comparación con otras fuentes de exposición no ocupacional, a fin de que la información aquí obtenida sirva como un elemento más para evaluar la exposición e impacto de la contaminación ocupacional por plomo.

ESPECÍFICOS.

1. Describir el proceso de trabajo de los trabajadores que laboran en los expendios de gasolina..

2. Determinar la prevalencia de los niveles de plomo en sangre en la muestra de los trabajadores que laboran en los expendios de gasolina y establecer su relación con indicadores laborales de exposición.

3. Establecer las diferencias de la exposición ocupacional al plomo en las gasolinas con la exposición a otras fuentes de plomo no ocupacionales.

4. Caracterizar la percepción de efectos a la salud que tiene esta muestra de trabajadores.

III. HIPÓTESIS.

El trabajo que realizan los expendedores de gasolina se ha considerado como una ocupación de nivel medio en su exposición a plomo; los valores de plomo en sangre de este grupo ocupacional se explican por la exposición directa a la gasolina o la exposición a la combustión de la misma durante el desarrollo de las actividades laborales. Entre los factores que explican esta exposición se encuentran la antigüedad en este tipo de trabajo, y otro tipo de fuentes fuera del espacio ocupacional como son el uso del barro vidriado.

IV. MÉTODOS

Estudio del proceso de trabajo.

La caracterización del proceso de trabajo se realizó por observación directa (estudio de sombra) que se complementó con entrevistas directas realizadas en algunos de los trabajadores. Como la actividad ocupacional es diferente, de acuerdo a la estación de servicio y por tratarse de un proceso no automatizado, la caracterización que aquí se describe pretende organizar el proceso e identificar puntos comunes del mismo.

Estudio epidemiológico.

Se realizó un estudio epidemológico transversal siguiendo los lineamientos señalados por Chekoway[1] teniendo como población de estudio una muestra de trabajadores de 22 estaciones expendedoras de gasolina de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). Esta muestra fue estimada por conveniencia y la selección de los participantes fue por invitación directa. Por ser un estudio exploratorio no se establecieron variables de inclusión y exclusión para la participación de los trabajadores, a excepción de su participación voluntaria en el estudio.

La muestra se constituyó de 279 trabajadores ubicados en 22 estaciones de gasolina. El reclutamiento de participantes fue realizado por invitación directa a los trabajadores, con previo aviso a los gerentes o responsables de cada una de las estaciones de gasolina. A cada uno de los trabajadores les fue explicado el estudio, mismo que incluía la aplicación de un cuestionario y la toma de una muestra de sangre en condiciones de no contaminación durante la toma. Los trabajadores que aceptaron participar firmaron una carta de consentimiento, y no se

condicionó la relación laboral con la gasolinera a la participación en el presente estudio.

Para el proceso de reclutamiento se capacitó a dos trabajadoras sociales a las cuales fueron entrenadas en el manejo, uso y aplicación del cuestionario así como en la toma y manejo de las muestras de sangre.

Instrumento de investigación.

Se aplicó un cuestionario (anexo 1) que contiene los siguientes capítulos: 1) Identificación sociodemográfica, 2) antigüedad en el puesto, 3) horario de trabajo. 4) exposición ocupacional, 5) exposiciones no ocupacionales. (barro, agua, tabaco, tráfico), 6) sígnos y síntomas asociados con exposición a plomo. Este instrumento fue diseñado como un cuestionario de tipo semicerrado mismo que fue aplicado por el personal capacitado para su manejo.

En algunas ocasiones, dada la carga de trabajo del trabajador, los mismos solicitaban que se les dejara el cuestionario para su llenado el cual se recuperaba al día siguiente. En estas ocasiones se mantuvo contacto telefónico con ellos para aclaraciones en el llenado, y al momento de recogerlo, se revisó que la información estuviera completa.

Variables de investigación.

Dependientes

- Niveles de plomo en sangre.
- Percepción de daños a la salud.

Independientes.

Edad.

Uso de barro vidriado.

Consumo de alimentos en ollas de barro vidriado.

Consumo de tabaco.

Tráfico y ubicación de la casa.

Tiempo de traslado al trabajo.

Antigüedad en el trabajo.

Análisis de muestras biológicas.

De todos los participantes se obtuvo una muestra de sangre para cuantificar el nivel de plomo bajo la técnica de espectrofotometría de absorción atómica. La muestra de sangre para el análisis de plomo en sangre requiere que la misma esté libre del metal durante su toma, por lo que la muestra se obtuvo en un lugar cerrado y con el menor número de fuentes generadoras de polvo, p.e. alfombra.

La toma de muestra sanguínea se realizó en una oficina fuera de las "islas", pero dentro de las estaciones de servicio; fué obtenida por personal capacitado para este procedimiento. La sangre se colectó en tubos libres de plomo.

La técnica de análisis que se siguió en el laboratorio cubrió los procedimientos estándares establecidos para ello. El procedimiento utilizado para la toma de muestra de sangre se incluye en el Anexo 2.

Las muestras fueron enviadas para su análisis al laboratorio de procesamiento de muestras de plomo del Hospital American British Cowdray. Este laboratorio participa en la Red de Laboratorios de plomo y cuenta con certificación por parte de los Centros de Control de Enfermedades de los Estados Unidos. Las correlaciones reportadas para

sus estándares de control es de 0.98 El procedimiento de análisis de la muestra en el laboratorio siguió los procedimientos establecidos por Vather[2]. El reporte del nivel de plomo en sangre se presenta en microgramos por decilitro (µg/dl).

Análisis estadístico

Se realizó un análisis univariado de las variables incluidas en el instrumento de investigación.

De acuerdo con la media de plomo en sangre de la población estudiada que resultó en 11.6 µg/dl, se decidió establecer como punto de corte para el análisis el valor de 15µg/dl, que es también el valor establecido como norma para la población general. (ref 23) Se consideró con valores altos de plomo a aquellos trabajadores que el resultado del nivel de plomo en sangre se encontrara por sobre los 15 µg/dl.

Por otro lado, la antigüedad se categorizó en los siguientes estratos 1) de uno a cuatro años de antigüedad, 2) de 5 a 9 años de antigüedad, y, de 10 a 35 años de antigüedad. Además se incluyó una categoría de análisis de antigüedad en el trabajo de mayor o igual cinco años de antigüedad.

El tiempo de transporte al trabajo se categorizó en 1) mayor o igual a dos horas de transportación y, 2) menos de dos horas de transporte.

Con este valor se realizó un análisis bivariado entre las variables independientes (sociodemográfica y factores de exposición) contra la variable dependiente.

Depués de establecer las interacciones entre diversos factores de exposición se realizó un análisis estratificado entre la variable dependiente (niveles de plomo en sangre) y dos de las variables independientes de exposición que fueron predictivas de los niveles de plomo en sangre (uso de barro vidriado y antigüedad en el trabajo).

Se realizó un análisis de regresión para establecer la correlación entre la antigüedad en el trabajo y los niveles de plomo en sangre, controlando este análisis por el uso de tabaco, la intensidad del tráfico vehicular domiciliario, el tiempo de traslado por el trabajador del domicilio al trabajo y uso de ollas de barro vidriado.

Para establecer asociaciones se utilizó la razón de momios (R.M.) y se calcularon los intervalos de confianza al 95%.

El análisis de la información se realizó con el programa EPIINFO[3]

V. HISTORIA DEL PLOMO.

El plomo es un metal ampliamente utilizado desde que el hombre tuvo la capacidad de procesarlo y hoy se encuentra distribuido en un amplio número de actividades humanas, sean estas ocupacionales o no ocupacionales.

Los primeros registros de la presencia de este metal en la vida cotidiana de los hombres data de los años 7000 a 6500 años A. de C. en piezas ornamentales de oro y cobre en Anatolia. Desde estas épocas el plomo ha estado ligado a la minería, principalmente en la explotación del oro y la plata, en donde durante el proceso de purificación por el calentamiento del metal eran separados algunos derivados del plomo, en especial el óxido de plomo. Este proceso de extracción, a partir de la galena, y por las mismas características físicas del metal permitieron el uso extendido.

Entre los usos diversos que se le dieron, algunos de los cuales persisten hasta nuestros días, fueron en el vidriado de la cerámica (que ya se realizaba hacía el año 5000 A. de C.)[4] Para esta actividad, además del óxido de plomo, fue utilizada la cerusa o carbonato de plomo. El uso del metal para el vidriado de la cerámica posibilitó que se incoporara en la fabricación de vidrio para mejorar la calidad del mismo.

El metal no sólo tuvo un uso extendido en los diversos procesos de fabricación, sino que también en algunas actividades cotidianas como en el arreglo personal. Así por el ejemplo, la cerusa era utilizada como un cosmético para blanquear la cara.[5]

Settle (1980)[6] ha mostrado que la producción de plomo se incrementó de manera importante de acuerdo con momentos claves en la historia de la industrialización de la sociedad, esto ligado con el consumo e

incorporación que el metal ha tenido en la historia del hombre. En la figura 1 se muestra cómo a partir de que se utiliza el proceso de copelación, en el año 3500 A. de C., ya la producción mundial anual estimada era de aproximadamente 100 toneladas métricas.

En la época dorada del imperio romano, esta producción se estima que creció hasta en 100 000 toneladas métricas. El uso que tuvo el metal durante el imperio romano fue diversa, se elaboraron utensilios para cocinar, fue materia en la elaboración de bebidas así como remedios médicos y en la fabricación de la tubería que sirvió para llevar agua a las principales ciudades romana. Con la caída del imperio y república romanos se tuvo una caída en la producción mundial de plomo.

Estudios de acumulación de plomo en hielo de Groenlandia han estimado que la explotación del mineral durante esta época fué un poco más del 15% que la causada por el uso de alquílicos de plomo desde 1930.[7]

El repunte de la utilización de plomo, que se dió durante los años 1500 a 1700, fue gracias a la explotación minera y producción de plata en Alemania, además de la creciente producción española de plata en el Nuevo Mundo. Este repunte hizo crecer la producción anual hasta en poco más de 10 000 toneladas métricas. El uso de la moneda entre los diversos países contribuyó al auge en la producción del plomo.

Con la Revolución industrial se da un amplio despegue en la producción del metal a nivel mundial, produciéndose aproximadamente 1 000 000 de toneladas métricas en todo el mundo. El uso extendido que se dió al metal durante esta época hoy se mantiene, y el plomo es un metal importante que forma parte de diversos procesos manufactureros.

Actualmente el metal se utiliza en la producción artesanal de ollas de barro vidriado, utensilios para comer, medicinas tradicionales; asimismo en la producción manufacturera de pigmentos, soldaduras, contenedores, protecciones, linotipos de imprenta, insecticidas, acumuladores, plásticos, lubricantes, cerámicas y aditivos de gasolinas.[8]

Se ha estimado que en la actualidad la producción anual mundial de plomo supera los 3 millones de toneladas métricas. De éstas, aproximadamente 330 millones de toneladas métricas son emitidas al ambiente en todo el mundo. La mayor cantidad de emisiones atmosféricas son producto de las emisiones por gasolina con plomo, siguiéndoles la manufactura de partes con plomo y posteriormente la combustión de carbón.

Producción de plomo en México.

México es uno de los principales productores de plomo en el mundo. La extracción y explotación de plata y oro desde la época prehispánica y el gran auge en la época colonial, permitieron el rápido reconocimiento de las cualidades del mismo para incorporarlo en la vida cotidiana de la población.

Según la información proporcionada por Albert, para 1987, la producción de plomo en México se estimó en 190 toneladas métricas[9] lo que permitió al país ocupar la quinta posición entre los principales países productores después de Cánada, los Estados Unidos de Norteamerica, la Unión Soviética y Australia. (Tabla 1)

El país es rico en el metal y la explotación minera se realiza de manera intensa en 22 estados de la República Mexicana. En estas entidades se ubican las 32 minas más importantes de plomo donde la extracción se hace junto con la explotación de zinc, cobre y plata.

Dos plantas instaladas en la República Mexicana son las más importantes para la fundición y el refinado del metal dado el nivel de producción que tienen. Para el proceso de fundición, la primera planta se encuentra ubicada en Chihuahua, Chih. (Industrial Minera México, S.A.) con una capacidad de 110 000 toneladas métricas de proceso, y, la otra en Torreón, Coahuila (Met-Mex Peñoles S.A) con una capacidad de 180 000 toneladas métricas.

El refinado del metal se realiza en la planta de Met-Mex Peñoles que se ubica en Torreón, Coahuila, con una capacidad de refinación de 180 000 toneladas métricas y, la otra, dependiente de Industrial Minera México, S.A., se ubica en Monterrey, Nuevo León con una capacidad de 140 000 toneladas métricas.[10] (Tabla 2)

Hacia el año de 1986 se reportaba que, del total del plomo refinado en México, el 69% se utilizaba en la producción de óxidos que se incorporaban en diferentes procesos de manufactura de la industria; el 7% en la producción de baterías de automóviles; el 11% en la producción de tetraetilo de plomo; 5.5% a la fabricación de cables y el resto para la industria de los pigmentos, pinturas, lacas, gretas, etc.[11]

Esta capacidad de producción y de incorporación del metal en diversas actividades industriales posibilitan que el plomo sea un factor de exposición ocupacional y extraocupacional con las consecuencias en la salud que ello conlleva.

VI. TÓXICOCINÉTICA Y TOXICODINAMIA DEL PLOMO

El plomo es un metal pesado (peso atómico 207.21, densidad 11.34) cuyo punto de fusión es 327.4 ^{o}C, y su punto de ebullición es a 1620 ^{o}C. Del plomo se pueden encontrar formas inorgánicas y orgánicas. De las formas de plomo inorgánicos son ejemplos el óxido rojo, el acetato, el nitrato, el cloruro, el cromato y el estearato de plomo.

De las formas orgánicas de plomo resaltan el tetraetilo y el tetrametilo de plomo, los cuales tienen los efectos a la salud más importante ya que, aún cuando son insolubles en agua, tienen una elevada capacidad de solución en solventes orgánicos, lípidos y grasas. Esta capacidad liposoluble les permite tener una capacidad de penetración al organismo humano y difusión del metal a los diversos órganos blanco.[12]

El plomo atmosférico tiene diversas rutas de ingreso al organismo humano, la figura 2 ilustra estas rutas. Corey [13] ha ilustrado las diversas vías de ingreso así como la distribución del metal, del cual se hará una descripción en los siguientes párrafos. El metal ingresa al organismo a través de diversos vehículos como son el aire inhalado, la ingesta de polvos o de alimentos contaminados asi como el consumo de agua contaminada con partículas del metal. De todas las rutas, las más importantes son la inhalación y la ingestión. La piel es una ruta de ingreso del metal de importancia en la exposición ocupacional dado que, como se ha mencionado, se tienen compuestos de plomo que son liposolubles, y estos compuestos tiene la capacidad de fracturar la barrera dérmica y atravesarla. Este podría ser el caso de trabajadores que utilizan tetraetilo o tetrametilo de plomo o bien una combinación de solventes (que en general son liposolubles) y compuestos de plomo.

En el caso de exposiciones no ocupacionales, esta vía no juega un papel importante en la penetración del metal al organismo, ya que, desde el punto de vista de exposición poblacional no se tienen compuestos que sean utilizados en la cotidianeidad.

Las dos principales contribuyentes de plomo hacia el ambiente aéreo son las emisiones industriales y las derivadas de los automóviles, las que van a depositarse en la tierra. El polvo que se deposita en la tierra es removido por el viento y, además, se agregan partículas de pintura de las paredes de las diversas construcciones.

Diferentes cantidades de este plomo particulado se deposita en las cuencas hidráulicas superficiales y profundas que abastecen el agua de consumo humano así como los alimentos. Una de las vías de circulación del metal es a través del consumo que los animales realizan vía alimentos y ese plomo ingresa al organismo humano con la ingestión de la carne de esos animales.

La concentración y difusión del metal hacia el organismo está determinado por la vía de ingreso, el tamaño de la partícula y el tipo de compuesto de plomo (orgánico o inorgánico). La absorción del metal está determinada por otros factores individuales tales como la edad, el estado fisiológico y la integridad de los tejidos de los sujetos; pero más allá de todos estos factores individuales, importa la fuente de exposición y el tiempo que los sujetos se encuentran expuestos a dicha fuente.

Distribución y eliminación del metal en el organismo.

La distribución del metal en el organismo es diferente en los niños y adultos, así del total de plomo que ingiere un adulto, se absorbe del 10 al 15%, en cambio en los niños se absorbe el 50%. Para el caso de la

inhalación, del 30 al 50% del plomo introducido por esta vía se absorbe en los adultos y se estima que en los niños es mayor esta cifra dado el metabolismo incrementado que tienen.

Del total del plomo que ingresa por cualquiera de estas vías, entre un 92 a 99% del mismo se fija en los glóbulos rojos y son transportados a los diversos órganos blanco. El más importante de todos ellos el hueso, ya que este es el principal sitio de almacenamiento. Como se observa en la figura 3, en los adultos casi el 95% de todo el metal ingerido se almacena en el hueso y en los niños aproximdamente el 75% del metal ingerido.

La eliminación del metal se realiza en mayores proporciones por heces y orina. En menor cantidad por sudor, pelo, uñas y saliva. Además resalta en estas vías de eliminación la leche humana, que sirve como una fuente secundaria de exposición en las poblaciones de recién nacidos.

En el proceso metabólico del plomo, el hueso, la sangre y los tejidos blandos (principalmente, el tejido nervioso) son los compartimentos orgánicos principales de almacenamiento y transporte del metal.

Después de ingresar al organismo por la dieta y el aire (en promedio se ha estimado que ingresan 48 μg/día), el metal pasa a la sangre, que es el primer compartimento, se ha estimado que en este tejido la vida media del metal es de aproximadamente 36 días y la tasa de movimiento hacia el siguiente compartimento (los tejidos blandos) es de 15 μg/día donde se tiene una vida media de 40 días. En los tejidos blandos la tasa de movimiento hacia la sangre es de 21 μg/día. La sangre es el reflejo de las exposiciones agudas al metal, sean estas externas o bien producto de la movilización del metal de los órganos de almacenamiento hacia el torrente sanguíneo.

El hueso es uno de los principales órganos de almacenamiento del metal. En el mismo, la vida media del metal es de aproximadamente de 10 000 días (32 años). La afinidad de recambio entre plomo y calcio permite que este metal se fije en el hueso y sirva como un depósito orgánico de plomo; a partir de ahí se pueden liberar diversas cantidades de este metal a la circulación y con ello a otros órganos blanco. La tasa de movimiento hacia la sangre es mayor que en el resto de las interacciones (31µg/día), lo que resulta importante cuando se analizan las salidas del metal, del hueso a la sangre, por eventos metabólicos tales como fracturas o eventos de índole fisiológica como es el embarazo (figura 4).

Los niveles de plomo en hueso dependen de la edad, tipo de hueso y exposición a plomo. Un modelo simple de movimiento del plomo en el hueso es aquel donde interactúan la sangre y el hueso, donde aparentemente existe un equilibrio que puede ser roto por alguno de los estados fisiológicos o patológicos antes señalados.

De los órganos blanco resaltan el tejido neurológico, por la magnitud de los efectos neuroconductuales que produce el metal y el hueso, por ser el compartimento de almacenaje del metal. Para el caso de la fijación del plomo en el tejido cerebral, resalta el impacto que tiene en el desarrollo neuroconductual en los niños, ya que se ha demostrado como se retrasan los procesos de maduración y desarrollo neurológico.[14]

VII. INDICADORES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y BIOLÓGICA.

INDICADORES DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL.

a) Niveles de exposición

La presencia de diversos tipos de químicos en el ambiente laboral y su relación con diversos daños a la salud ha derivado en el establecimiento de diferentes niveles admisibles de exposición del trabajador al ambiente donde se encuentra presente el tóxico.

Estos valores admisibles de exposición profesional se basan en el supuesto de que existe para cada sustancia en la atmósfera del ambiente de trabajo una concentración en la cual la salud del trabajador no corre riesgo.[15]

En el ámbito de la salud ocupacional estos niveles admisibles de exposición son conocidos como valores umbral límite (VUL) que establecen los niveles de exposición máxima a un valor del contaminante o químico donde se conoce que produce efectos agudos en el sujeto[16] .

De acuerdo con la ACGIH[17] (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales) los VUL se establecen con la información disponible de la experiencia industrial, de diversos estudios experimentales en animales y humanos, y cuando es posible por una combinación de las tres fuentes de información. La misma Conferencia establece tres tipos de valor umbral límite:

a) El VUL promedio ponderado en el tiempo -en inglés TLV-TWA- que significa el valor de concentración del contaminante en un tiempo promedio ponderado para un día de trabajo normal de 8

horas y una semana de trabajo de 40 horas, tiempos en los cuales el trabajador puede estar expuesto, día tras día, sin efecto adverso a la salud.

b) El VUL con límite de exposición de tiempo corto -en inglés TLV-STEL-; que indica la concentración en la que el trabajador puede estar expuesto continuamente para una período de tiempo corto sin tener datos de irritación, daño tisular crónico o irreversible, o, narcosis de un nivel capaz de incrementar la probabilidad de una lesión accidental, reduzca sus capacidades de alerta o bien reduzca su eficiencia el trabajo. Este valor no rebasa el VUL descrito previamente.

c) El VUL techo; -en inglés TLV-C- y se considera a la concentración que no deberá ser excedida durante ningún momento durante la exposición laboral.

Otras agencias que norman la exposición ocupacional a contaminantes, como la Agencia de Seguridad e Higiene Ocupacional (OSHA siglas en inglés) o los Institutos nacionales de higiene y seguridad ocupacional (NIOSH siglas en inglés) han emitido otros límites de exposición. Por ejemplo OSHA ha emitido los limites permisibles de exposición (PEL siglas en inglés) y su estimación esta basada en la probabilidad de que se manifiesten efectos adversos a la salud entre los trabajadores expuestos.[18] Para establecer y trabajar de acuerdo con estos niveles los empleadores realizan una encuesta de higiene industrial que incluye un monitoreo ambiental. En este proceso se identifican contaminantes, fuentes y severidad de la exposición. Con estos datos el empleador propone métodos para reducir la exposición los PEL establecidos.

NIOSH ha propuesto los límites de exposición recomendados (REL siglas en inglés) para sustancias peligrosas o condiciones en el sitio de trabajo. De acuerdo con ello estos REL son concentraciones promedio

ponderadas en el tiempo de exposición para jornadas de 10 horas de trabajo durante semanas laborales de 40 horas.[19]
De acuerdo con esto y en lo que se refiere a plomo los valores que se han establecido para el ambiente de trabajo son:

VUL promedio ponderado en el tiempo (TLV-TWA)= 0.15 mg/m^3, para compuestos inorgánicos, polvo y humos. (ACGIH, 1994).
VUL promedio ponderado en el tiempo (TLV-TWA)= 0.15 mg/m^3, para arsenato de plomo ($Pb_3(As_4)_2$ (ACGIH, 1994)
Límite de exposición permitido (PEL)= 0.050 mg/m^3 (OSHA, 1994)
Límite de exposición permitido (REL)= 0.100 mg/m^3 (NIOSH, 1994)

Para el caso de la industria nacional mexicana se ha establecido, para ambientes laborales donde el proceso productivo utilice o emita polvos de plomo que el límite de exposición permitido sea de 0.15 mg/m^3 para ocho horas de exposición diaria, y una concentración para la exposición de corto tiempo de 0.45 mg/m^3.

En esta normatividad se ha definido como una exposición de corto tiempo, a aquella exposición en la que el tiempo de exposición no es mayor de 15 minutos, en la cual el trabajador se puede exponer hasta un máximo de cuatro ocasiones durante una jornada laboral y con períodos de no exposición al menos de una hora entre dos exposiciones sucesivas. La concentración promedio ponderada en el tiempo para la exposición total que incluya exposiciones cortas, no deberá exceder a la prevista para 8 horas de exposición diaria[20].

Para la determinación de estos niveles de plomo en ambiente laboral se ha establecido la utilización de un procedimiento de recolección por bomba de aspiración o Draegger y la medición en laboratorio se hace a través del método de absorción atómica a fin de estandarizar las mediciones y tener una mayor precisión en los resultados.[21]

En lo que respecta al ambiente aéreo, fuera del microambiente laboral, se ha establecido una norma de calidad del aire en relación a plomo, en la Ciudad de México que es de 1.5 $\mu g/m^3$ (como promedio aritmético en tres meses)[22]

b) Indicadores biológicos.

La exposición ambiental al plomo en el individuo puede evaluarse a traves de indicadores biológicos de exposición; asimismo, algunos de ellos nos hablan de un daño temprano. Aún cuando el plomo no se encuentra articulado con algún proceso fisiológico esencial, se han establecido valores límites de presencia en el organismo, que indirectamente explican la exposición al metal. Establecer este valor tiene su fundamento en ensayos clínicos que relacionan la presencia de un síntoma o signo con el nivel de plomo en algún tejido en especial.

Nivel de plomo en sangre.

La medición del nivel de plomo en sangre es uno de los principales indicadores biológicos de exposición y hasta la fecha es el de mayor uso. Este valor explica la presencia el metal acumulado en los eritrocitos y refleja la exposición aguda al metal en un lapso no mayor a los 30 días previos a la titulación. El desarrollo de la tecnología diagnóstica y de los procedimientos clínicos ha permitido establecer el daño temprano asociado a niveles de plomo en sangre, lo que ha permitido que los niveles de plomo en sangre considerados como inocuos se hayan modificado a lo largo de los ultimos sesenta años.

En población general, hacia 1930 se estimaba que los niveles de plomo en sangre por los 150 $\mu g/dl$ eran innocuos al organismo humano. En 1950 se consideraba como límite máximo seguro la presencia de 80 $\mu g/dl$; una década más tarde, ese valor había disminuido a 60 $\mu g/dl$.

Para 1971, se consideraba como valor máximo de plomo en sangre 35 µg/dl; en 1978, dicho valor había disminuido 2 puntos y se consideraba como máximo a los 32 µg/dl; hacia 1980 se consideraba seguro un valor de 60 µg/dl para hombre adulto y 40 µg/dl para mujer en edad fértil. (figura 5)

Para 1990 se ha establecido que el valor límite en sangre de población general es de 15 µg/dl; en el caso de los niños se recomienda que se realice una intervención comunitaria y eliminación de las fuentes de exposición en todos aquellos donde se midan niveles de plomo en sangre por sobre los 10 µg/dl.[23]

En lo referente a poblaciones ocupacionalmente expuestas, aún cuando sean diferentes los grados de exposición a la fuente, los valores de plomo e sangre dependen de la que los propone, así por ejemplo la (ACGIH) propone un valor de 60 µg/dl para los trabajadores hombres y 40 µg/dl para las mujeres trabajadoras en edad fértil.

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) propuso que el límite máximo permisible de plomo en sangre en población trabajadora fuera de 40 µg/dl para el hombre adulto y 30 µg/dl para la mujer trabajadora en edad fértil. En México aún no se cuenta con una norma ocupacional nacional que regule estos valores, y el criterio que se sigue es similar al de la ACGIH (60 µg/dl para hombre y 40 µg/dl para mujer en edad fértil). Ante estos valores es admisible lo que Corey (ref 13) propone que "... las evidencias actuales sugieren que el nivel donde no se observa daño [sobre la salud] en trabajadores sería de 10 µg/dl...", de tal manera que en terminos de normatividad ocupacional para plomo, México tiene mucho camino por andar.

Nivel de plomo en cabello.

El medir plomo en cabello pareciera ser el indicador biológico ideal, en tanto que obtener una muestra de cabelllo no requiere de una técnica invasiva y puede ser almacenado durante largo tiempo. La medición de plomo en cabello tiene limitaciones ya que no es un indicador preciso de exposición sistémica o interna. El principal problema de medir plomo en el cabello es la contaminación externa de la muestra por el plomo atmosférico, ya que no se cuenta con técnicas adecuadas de limpieza del cabello para tener la seguridad de que el plomo que se deposita por precipitación de las partículas aéreas al cabello se haya eliminado totalmente.

Nivel de plomo en diente.

El uso de las concentraciones de plomo en tejido mineralizado, como el diente, se basa en la acumulación del metal en este tejido; proceso que está en función de la edad y del nivel de exposición. Se ha utilizado principalmente en estudios con poblaciones pediátricas, y, para utilizar este análisis como un indicador biológico de exposición acumulada al metal se requiere, para reducir la variación de la medición, que por lo menos el muestreo de las piezas dentales sean del mismo tipo y localización. La medición del plomo en diente es un indicador de exposición crónica y la medida no es útil para la normatividad ni para el manejo o la intervención clínica de la exposición o intoxicación del plomo, de la misma manera como pudiera ser la determinación de plomo en sangre.[24]

Nivel de plomo en orina.

El nivel de plomo en orina refleja exposición aguda al metal y, dados los problemas de variabilidad y obtención de muestra, no es un buen

indicador de exposición. El uso de estos valores es básicamente clínico y orientados a explorar la gravedad de las intoxicaciones por plomo. La determinación del nivel de plomo en este fluído requiere de la recolección de muestras de orina durante 24 horas. Estas dificultades reducen la utilidad de la medición para establecer normatividad o proponer una intervención poblaciónal. Se sugiere como un valor adecuado 150 µg de plomo/g de creatinina.

Nivel de plomo en hueso.

Actualmente se está utilizando como indicador de exposición crónica la medición de plomo en hueso (in vivo) tanto en en el hueso trabecular como cortical. Este indicador se basa en medir el plomo que se acumula en las células óseas después del proceso de competencia que tiene con el calcio. La vida media del plomo en hueso es de aproximadamente 10,000 días. Esta medición es un indicador biológico importante para estudios epidemiológicos y se esta utilizando como variable indicadora de exposición crónica y predictor de daño.

En el caso de exposición ocupacional sería de gran utilidad para establecer la correlación entre daño subclínico y exposición crónica, en particular en mujeres ocupacionalmente expuestas y en particular a las embarazadas, ya que cambios fisiológicos como el embarazo modifican el metabolismo del plomo lo que genera la movilización del plomo de los depósitos óseos y distribución a través de la sangre a otros órganos o bien al producto.[25,26]

INDICADORES DE DAÑO.

En la práctica clínica se cuenta con indicadores químicos que expresan el daño biológico temprano o "subcrítico". Estos indicadores se basan en medir los productos intermedios de la alteración de la síntesis del

grupo heme por la presencia del metal. Tres productos pueden ser identificados en estos indicadores de daño: 1) la inhibición de la dehidrasa del ácido δ-aminolevulínico (δ-ALAD); 2) la acumulación de (δ-ALAD) debido a la inhibición de la enzima dehidratasa de (δ-ALA), y, 3) la acumulación de zinc protoporfirina (ZPP) en los eritrocitos por inhibición de la ferroquelatasa o del transporte de hierro al sitio de inserción del hierro.

Los valores recomendados para el ácido delta amino levulínico (δ-ALAD) en orina es de 10 mg/g de creatinina; el valor de protoporfirina libre en eritrocitos es de 300 μg/100 ml. Para el Zinc protoporfirina (PPZ) el valor recomendado es de 12.5 μg/g de hemoblogina, y, para la coproporfirina en orina se recomiendan 250 μg/g de creatinina. La interpretación de estos, en el contexto de una intoxicación aguda o crónica de plomo, es que niveles por sobre de estos valores confirmarían la presencia de daño biológico temprano en órganos blancos.

En relación a la vigilancia epidemiológica de eventos a la salud asociados con exposiciones laborales a plomo, se contaba con una Norma Técnica (No.79)[27] para la vigilancia epidemiológica de la salud en el trabajo, la cual ya no se encuentra vigente, pero en donde se categorizó la exposición a plomo de tres formas: persona en riesgo, caso probable de intoxicación a plomo y caso confirmado de intoxicación a plomo.

Presentamos aquí las categorías establecidas por esta norma, en tanto que dan un marco general de comprensión al problema de la intoxicación por el plomo, mismas que en su momento pudieron ser guía para la vigilancia por parte de los médicos ocupacionales.

En esta normatividad el trabajador expuesto al riesgo de intoxicación se definió como aquel que se encuentra expuesto a humos y polvos de plomo. Para este tipo de trabajadores se proponía la realización de un examen clínico de ingreso y determinación de protoporfirinas urinarias.

Los trabajadores identificados como caso probable de intoxicación, incluían a todos aquellos expuestos a humos y polvos que presentasen la siguiente sintomatología: cefalea, mareo, alteraciones del sueño, alteraciones de la memoria, irritabilidad, náusea matutina, sabor metálico y ataque al estado general, disminución de la fuerza muscular, dolor en huesos y pérdida de peso. A este grupo de trabajadores se proponía la realización de determinaciones de plomo en sangre, coproporfirinas urinarias y de ácido delta-amino levulínico en sangre.

El caso comprobado de intoxicación por plomo se definió, por esta normatividad, como todo aquel trabajador con los datos antes señalados y que sus resultados de las pruebas de laboratorio ya tuviesen valores elevados así como anemia hipocrómica.[28]

VIII. DAÑOS A LA SALUD POR EL PLOMO

Los daños a la salud que produce la exposición aguda o crónica al metal habían sido reconocidos desde hace más de 2000 años D. C., por Hipócrates, quién describe los signos y síntomas de la intoxicación plúmbica cuya vigencia no se ha perdido. En el ámbito ocupacional, las primeras descripciones de los daños a la salud asociados con la exposición a plomo fueron realizadas por Ramazzini en el siglo XVIII. Thackran en Inglaterra y Hamilton en los Estados Unidos son a quiénes se les puede atribuir las descripciones y el estudio de los cuadros de intoxicación plúmbica en este siglo.[29]

Los signos y síntomas de la intoxicación plúmbica dependen de las concentraciones de plomo en el organismo. Los estudios clínicos han logrado establecer los diversos tipos de signos y síntomas que podrían ser reportados de acuerdo al nivel de plomo en sangre circulante. (figura 6)

Los daños a la salud por la exposición a plomo se pueden agrupar de acuerdo al sistema orgánico que afectan, así es posible hablar de que el plomo tiene un efecto de tipo hematológico, neurológico, cardiovascular, renal y reproductivo.

Las manifestaciones clínicas clásicas de la intoxicación plúmbica son el cólico abdominal crónico, anemia ferropriva, datos de neuropatía periférica, encefalopatía, daño renal, hipertensión arterial y problemas de infertilidad.

Pero así como se han descrito daños clínicos asociados a la toxicidad del metal, también se han establecido daños de tipo subclínico tales como retraso en la conducción nerviosa, deficiencias en la síntesis del grupo heme y problemas en la excreción de ácido urico.[30]

Daño hematológico.

El plomo tiene un efecto directo en la biosíntesis del grupo heme, inhibiendo la actividad de enzimas tales como la dehidratasa del ácido δ-aminolevulínico (ALAD), la ferroquelatasa y la oxidasa de coproporfirinógeno. Como consecuencia de este efecto se observa un incremento de las porfirinas urinarias, coproporfirina, y el ácido δ-aminolevulínico (ALA); incremento del ALA sérica y sanguínea; incremento en la protoporfirina eritrocítica (EP); incremento de las protoporfirinas eritrocíticas libres (FEP) y de la protoporfirina zinc eritrocitaría (ZPP).

La interrupción de la producción del grupo heme y la destrucción de los glóbulos rojos, desarrolla como manifestación clínica, anemia de tipo ferropriva. Se ha determinado que este efecto tiene que ver con una relación dosis-respuesta: en tanto que a niveles de 25 μg/dl se inhibe la ferroquelatasa y se incrementa la protoporfirina eritrocitaria; a partir de los 10 μg/dl se inhibe la ALAD.

Daño neurológico.

Los efectos neurológicos por la presencia de plomo son diversos e incluyen al sistema nervioso periférico, con paresia y transtornos de la sensibilidad, y al sistema nervioso central principalmente con encefalopatía, ataxia, coma y convulsiones.

El efecto neurotóxico que tiene el plomo se presenta en los diversos componentes del sistema nervioso central, así, por ejemplo, en las células nerviosas interfiere con la bomba de calcio por destrucción de los microtúbulos e intereferencia con la formación de los microtúbulos en las células nerviosas. La transmisión nerviosa se ve afectada porque

el plomo reduce el papel transmisor de la acetilcolina, en especial por reducir la síntesis y liberación de este neurotransmisor. Asimismo bloquea la respuesta mediada por el receptor nicotínico postsináptico. Estudios de seguimiento en nuevos trabajadores de una industria procesadora de plomo han mostrado que pequeños incrementos de la carga de plomo en el trabajador se expresa en un decremento en la velocidad de conducción nerviosa a niveles de plomo en sangre de 30 a 40 µg/dl.

El metal afecta morfológicamente a las células neurogliales, efecto que se ha demostrado tendrá un mayor impacto en el feto. Entre otros de los efectos neurológicos reportados se encuentran la reducción en el aprendizaje espacial y memoria de corto tiempo, así como la reducción de los potenciales evocados tanto retinianos como auditivos. Finalmente, en este conjunto de daños el efecto neurológico más importante del plomo, es el retraso en el desarrollo neuroconductual del sujeto evaluado a través de escalas cognoscitivas como es el coeficiente intelectual.[31] Estudios de seguimiento realizados en trabajadores de nuevo ingreso a la industria procesadora de plomo han mostrado que pequeños incrementos en la carga de plomo del trabajador (en niveles de 30 a 40 µg/dl) se expresan en una reducción en la velocidad de conducción nerviosa.

Daño cardiovascular.

Entre los efectos cardiovasculares, la principal manifestación de daño es la hipertensión arterial. El mecanismo que se ha planteado para explicar la relación entre presión arterial elevada y niveles de plomo en sangre estriba en que el plomo corporal se almacena en el hueso y éste actúa como una fuente interna de exposición. La reabsorción del hueso depende de la hormona paratiroidea y esta hormona juega un papel de moderadora del equilibrio entre la concentración del plomo en hueso y

en tejidos blandos. Se ha demostrado que las concentraciones de la hormona paratiroidea y del plomo urinario quelado se incrementan en pacientes hipertensivos con nefropatía gotosa. La exposición a niveles bajos de plomo está relacionada con hipertensión arterial y con los indicadores del metabolismo del calcio, el plomo secuestrado en los riñones afecta a los túbulos renales en su función de reabsorción de calcio y fosfato que conduciría a una disfunción de la hormona paratiroidea.[32,33]

Daño reproductivo.

Se han reportado efectos gonadotóxicos y espermatotóxicos del plomo en diversas especies incluyendo el ser humano. Se ha determinado que el metal se excreta por el líquido seminal y en estudios con trabajadores expuestos a plomo se ha reportado un reducción de la densidad, movilidad y morfología espermática. Se ha sugerido que una pobre calidad espermática asociada con exposición a plomo puede ser una causa contribuyente de aborto. Aunque los estudios no han sido concluyentes debido a que se han encontrado otras variables asociadas con el fenómeno, principalmente el consumo de alcohol.[34,35,36]

Uno de los efectos que se han detectado es la nefrotoxicidad. Las exposiciones crónicas ocupacionales se han asociado con enfermedad renal y estudios recientes han mostrado efectos renales en trabajadores que no excedieron los niveles de plomo en sangre establecidos como norma.[37]

La intoxicacion por plomo inórganico causa también espasmo mandibular, reflejos tendinosos profundos hiperactivos, anormalidades de la marcha y postura así como temblores no intencionales. Los síntomas de intoxicación media incluyen cefalea, fatiga, anorexia, insomnio. En los casos de intoxicación severa es

factible detectar encefalopatía con psicosis, delirium, ataxia cerebelosa, convulsiones, ocasionalmente coma y muerte.

IX. FUENTES DE EXPOSICIÓN A PLOMO EN MÉXICO.

En México, además de tener como fuente de plomo a las gasolinas por su elevado contenido de tetraetilo y tetrametilo de plomo en calidad de antidetonante, se han registrado otro tipo de fuentes diversas tanto industriales como domésticas que adquieren importancia por la cantidad del metal con que contribuyen para su almacenamiento en el organismo humano. Algunas de estas fuentes, en los últimos años, han reducido el nivel de plomo contenido en ellas, no así en otras que se ha mantenido. En este acápite abordaremos las fuentes de exposición a plomo diferentes de la gasolina que se tratará en capítulo posterior.

Entre las principales fuentes de plomo se encuentran las pinturas y colorantes con base plomo para uso industrial, casero y alimenticio; el barro vidriado que utiliza greta con base plomo; los envases de lata para alimentos y jugos con cierre de soldadura base plomo; los cigarrillos, algunos cosméticos (delineadores tipo Kohl), medicamentos tradicionales no alópatas (azarcon) y el agua de consumo humano con plomo producto de las soldadura de las tuberías.

Romieu y colaboradores (1994)[38], realizaron un análisis de diversas fuentes de exposición a plomo, mismas que se mostrarán en éste acápite dado que compendia la información con que se cuenta.

Plomo en pinturas.

El cromato de plomo es uno de los compuestos de plomo que se utiliza como base en la fabricación de pigmentos y pinturas. Este cromato no es soluble al agua y sí en medio ácido, de allí que todos aquellos productos con el cromato y en contacto con un medio ácido permitirán la liberación de alguna fracción del metal hacia el ambiente o bien su ingesta. Por ejemplo, la pintura que se utiliza para las señalizaciones de

tránsito cuando entran en contacto con la lluvia ácida liberan plomo que contribuye al plomo ambiental, aquí la población pediátrica es la que tiene mayor posibilidades de exposición dado el hábito mano-boca de los niños.

Por otro lado algunos juguetes, pinturas o crayolas escolares con pintura que contenga plomo, son contribuyentes de plomo, dado que al "chupar" estos juguetes, degluten porciones de la pintura, misma que al entrar en contacto con el jugo gástrico, se libera el plomo.

El contenido de plomo en diversos lápices de colores escolares fabricados en México es mayor que otros fabricados por lo menos en China y Alemania. Por ejemplo los lápices de color amarillo claro mostraron un contenido de plomo de 63911/68114 ppm (interno/externo) en comparación a 0.91/2.84 ppm de los lápices del mismo color pero fabricados en China y los alemanes reportaron una concentración de 4.22/1.49ppm.

Barro vidriado.

Posiblemente una de las principales fuentes de exposición poblacional al plomo en México sea el barro cuyo vidriado contiene plomo. En el proceso de fabricación de estos utensillios -ollas, jarros, cazuelas, entre otros- que la mayoría es de manera ratesanal, se utiliza una greta o base de plomo que le da resistencia y brillo al barro. Este tipo de cerámica vidriada es utilizada para cocinar, almacenar y servir bebidas y alimentos en la gran mayoría de las familia mexicanas. Este tipo de barro, debido al cocido en hornos de baja temperatura (menos de 800°C) no permite que el plomo de la greta se fije adecuadamente por lo que puede ser liberado cuando se pone en contacto con sustancias o alimentos ácidos.

Los resultados reportados por Romieu muestran como las concentraciones de plomo liberado de vasijas de barro vidriado con plomo superó los diez mil mg/l en comparación con 2.15 mg/l de una vasija sin este tipo de recubrimiento. Rothenberg(citado por Romieu) midió la cerámica vidriada procedente de diversas partes de la República Mexicana y reportó valores que variaban de un mínimo de 0.1 ppm hasta más de 3000 ppm, dependiendo del área de procedencia de la cerámica analizada.

Asimismo, se ha medido el contenido de plomo en los alimentos que se guardan en este tipo de cerámica y que reflejan la cantidad de plomo liberado de la cerámica por efecto de la acidez del alimento, por ejemplo, el plomo medido en salsas o jugos almacenados entre los 30 minutos hasta 24 horas, tuvo una variación de valores mínimos de 93 µg/dl hasta máximos como 283000 µg/dl.

Esta fuente de exposición a plomo adquiere importancia para la salud pública ya que se ha documentado que en población general el principal determinante de los niveles de plomo ha sido el uso de este tipo de vasijas para la preparación de alimentos[39] y ha sido causa de incrementos agudos de los niveles de plomo en sangre.[40] Aún cuando no se cuenta con datos que indiquen cuál es la prevalencia de uso de este tipo de cerámica entre la población mexicana, es dable asumir que un poco más del 50% de la población es usuaria de la misma, de tal manera que ésta es población potencialmente expuesta al metal.

Latas.

En la fabricación de contenedores de alimentos, las latas ocupan un lugar principal. Una lata consta de tres partes, el cuerpo y ambas tapas. En el proceso de cierre de la lata, tradicionalmente se han utilizado dos o tres puntos de soldadura en el cuerpo de la lata y, en el interior de la

lata se adhiere un revestimento cuya función es separar el alimento o líquido del aluminio y latón con el que se fabrica la lata.

La soldadura utilizada para el cierre del cuerpo contiene una proporción importante de plomo, el cual al ponerse en contacto con alimentos de características ácidas, como jugos o chiles, tiene un proceso lento de digestión de la soldadura y con ello de liberación del plomo hacia el alimento. De aquí que cuando éste se consume lleva una proporción del metal consigo.

En México, hacia 1975, se establecía que aproximadamente el 27% de una serie de muestras de jugos de frutas enlatados y el 100% de muestras de chiles en vinagre enlatados excedían el límite de 0.3 mg/kg de plomo que se establecía por Agencias Internacionales.[41] Para 1982, se demostraba la exposición a este metal en una muestra de leches procesadas y enlatadas, que aún cuando se encontraron valores por debajo de la norma establecida para este tipo de alimento, la ingesta diaria de estos productos contribuía entre el 6 y 30% de la ingesta diaria de plomo en la población infantil consumidora. Otros estudios realizados por el Instituto Nacional del Consumidor[42] mostraron que diversos productos enlatados reportaban valores de plomo por sobre los estándares establecidos.

Romieu y colaboradores reportaban para 1990 que esta fuente seguía contribuyendo a la ingesta de plomo por la población y que de las muestras de alimentos enlatados que estudiaron, el 33% excedían la norma establecida por la FAO para este tipo de producto. A partir de estos estudios se estableció una norma que reduce el uso de la soldadura con plomo y la sustituye por la soldadura electrónica en los productos enlatados de fabricación nacional.[43]

Agua de consumo.

El agua de consumo es una fuente potencial de exposición a plomo. Esto ocurre cuando la tubería utilizada para la conducción del agua del surtidor a las casas es de plomo, como en la mayoría de las ciudades; o bien cuando la instalación de la tubería intradomiciliaria es unida con soldadura que contenga plomo. La mayoría de la soldadura que se utiliza para esta operación contiene por lo menos 35% del metal. En el momento que el agua corriente de la tubería pierde su alcalinidad y se torna ácida, al contacto con las uniones de la soldadura de plomo, se da una digestión de la misma soldadura con la consecuente liberación del metal.

El agua que se acumula en la tubería, durante períodos de tiempo largos, principalmente durante la noche, concentra una carga del metal. En aquellos sujetos que acostumbran consumir la primera carga de agua que se obtiene de la llave intradomicliaria tienen una mayor exposición al metal.

En México esta fuente de exposición es relativamente poco importante, dadas las características de alcalinidad del agua. Un reporte de Bruaux realizado en 1985[44] mostraba valores de plomo en agua relativamente bajos (1-3 mg/l). Para 1990 los valores encontrados en diversas muestras de agua obtenidas de tomas domiciliarias mostraron valores cercanos a 0.1 ppb, por debajo de los estándares establecidos.

Tabaco.

El metal que se encuentra en el tabaco proviene básicamente de los pesticidas que se utilizan en proceso agrícola de la hoja de tabaco. Se ha reportado el contenido de plomo en los cigarrillos de marca mexicana, mismo que ha variado de 0.91 a 14.69 mg/kg. El contenido de plomo

más elevado se ha medido en los puros (2.2 3 a 25.46 mg/kg). El tabaco se convierte en una fuente de exposición importante para los fumadores. En México se ha estimado una prevalencia de fumadores del 26% con respecto al total de población de los 12 a 49 años de edad[45], de tal forma que esta población tendría una carga de exposición de importancia al sumarse otro tipo de fuentes de plomo.

Ubicación de la casa y tráfico vehicular.

Se ha establecido como una fuente de exposición a plomo, el tráfico vehicular dado que el plomo en las gasolinas es emitido directamente a la atmósfera. La exposición de la población al plomo atmosférico y los niveles de plomo en sangre han sido medidos indirectamente considerando el tiempo de exposición ambiental medido través de variables tales como el tiempo de espera en la calle o bien el tiempo que se encuentra en espacios abiertos con tráfico vehicular. Se ha reportado que el contenido de derivados alquílicos de plomo en aire es diferente entre el aire urbano y el aire rural, en el primero la concentración va de <6 a 206 ng/m^3, en cambio en la parte rural va de 0.5 a 230 ng/m^3. Por otro lado en sitios donde la concentración de humos vehículares es intenso, por ejemplo estacionamientos, las concentraciones de plomo en aire son elevadas (tabla 3).

En México se ha estimado que los niveles de plomo en sangre se encuentran asociados con este tipo de variables, especialmente en un grupo de mujeres estudiadas, donde la exposición al plomo ambiental por tráfico vehicular se daba por el tiempo que las mismas permanecían en la calle realizando actividades diversas[46]. Sumados a las fuentes de exposición ya descritas, se tienen otra serie de factores que pueden incrementar los niveles de plomo en sangre, entre ellos se encuentran el consumo de alcohol, la edad, la masa corporal, el sitio de residencia o bien el nivel de escolaridad[47].

X. PLOMO Y GASOLINA

La gasolina se conoce también como petróleo (Gran Bretaña), benzina (Alemania), espíritu del motor y combustible del motor. La historia del uso del plomo en la gasolina es descrita por Rosner [48] y de quién se presentan las partes más importantes en relación a la exposición a plomo. El autor señala que antes de 1920 la industria automotriz se expandió en los Estados Unidos y fué altamente competitiva.

Antes de la década de los 20s el mercado automotriz se encontraba dominado por la Ford Motor Co., pero a partir de esa década se suman a la competencia en el mercado de producción de vehículos, la General Motors y la Studebaker. En esta competencia la General Motors introduce una serie de innovaciones y además una estilización de los vehículos cuyos efectos en dicho mercado los resiente la Ford, que pasa a ocupar un papel secundario en la producción de vehículos.

La General Motors logra acaparar el mercado automotriz en virtud de que una de las innovaciones introducidas en la producción de vehículos fué el desarrollo de un combustible más eficiente que permitió una mayor velocidad a los automóviles. Hacia 1922, en el laboratorio de investigación de esta compañía, se descubrió que agregando tetraetilo de plomo a la gasolina se incrementaba la compresión y, por consiguiente, la velocidad, debido a la eliminación del golpe de la máquina. Esta innovación permitió el desarrollo del automóvil moderno que aún seguimos observando.

La gasolina es un líquido altamente inflamable con un punto de ebullición entre 50 a 200 °C. La gasolina, además de ser utilizada como combustible, se emplea como diluyente, agente para acabados finales y también como solvente industrial. Como combustible para los vehículos de motor es una mezcla de hidrocarburos volátiles con o sin

aditivos, obtenida por un proceso de refinación. Una muestra de gasolina contiene aproximadamente el 53% de peso de parafinas, 5% del peso en naftenos, 36% del peso en aromáticos, 6% del peso de oleofinas y el 1% de peso de otras sustancias no conocidas. El principal aditivo que se utiliza es el tetraetilo de plomo y en aquellas gasolinas sin plomo, el tetraetilo ha sido sustituido por metilterbutileter (MTBE).

Por sí misma, la gasolina tiene una toxicidad aguda en la que Reese[49] ha documentado, en ratas, una dosis letal 50 (DL_{50}) por aspiración de 18.85 mL/kg. Los efectos tóxicos de la gasolina se han documentado en humanos; se ha establecido que la exposición a 350 g de gasolina es una dosis fatal; la exposición a 2.250 $mg/m^3/hr$ aparentemente no causa un efecto detectable; una exposición a 3.680 $mg/m^3/hr$ causa irritación de ojos, mareos ligeros, irritación de nariz y garganta; a 8.200 $mg/m^3/hr$ produce mareos, irritación de membranas mucosas y sensación de anestesia en las mismas.

Los daños asociados con la intoxicación por gasolina se conocen desde hace ya buen tiempo y dependen de la acción lipolítica o bien la acción irritante. En los cuadros de intoxicación aguda el órgano blanco que más resulta afectado es el sistema nervioso central y, es fácil identificar incoordinación, euforia (en inhaladores habituales de gasolina la adicción es producto del efecto eufórico), confusión mental, desorientación, ataxia, delirio y coma. La intoxicación crónica tiene como datos clínicos importantes debilidad muscular, fatiga y pérdida de peso, además confusión mental, pérdida de memoria, ataxia, neuritis, vértigo, insomnio, o bien un estado pseudopsicótico.[50]

Desde que la gasolina se introduce como el combustible de los vehículos de motor de combustión interna, su producción ha tendio una tendencia creciente a la par que ha sido el uso y tenencia del automóvil.

En México se han utilizado diferentes tipos de gasolina clasificadas de acuerdo con el octanaje y, específicamente, por el contenido de plomo. A partir de la década de los 70's se reconocen en el mercado la presencia de seis diferentes tipos de gasolina: mexolina, supermexolina, gasolmex, Pemex 100, gasolina extra y gasolina nova. La producción de estas gasolinas para el mercado mexicano ha variado año con año.

Entre los años 1970 a 1976 la producción de mexolina alcanzó los 16 millones de barriles: de 1970 a 1973, la producción de supermexolina se reportó en un poco más de 104 millones de barriles producidos, la gasolmex 78 millones y la Pemex 100 de 15 millones. La producción de este tipo de gasolinas fué reduciéndose dado que serían sustituidas por la gasolina Extra introducida hacia 1973.

La producción de gasolina Extra se dió de manera ascendente hasta llegar a un máximo de 12 millones de barriles hacia 1979, para de allí descender, y, sólo hasta 1989 que fué su último año de producción alcanzó un total de producción de 11 millones de barriles. Durante el período de 1970 a 1989, la producción de esta gasolina fué de un poco más de 89 millones de barriles.

La gasolina Nova se introduce al mercado en 1973, con una producción ascendente que llega hasta una producción anual máxima de 129 millones de barriles. La producción de este tipo de gasolina durante 17 años fué de casi 1 millón 700 mil barriles. (tabla 4)

Hacia 1987 se introduce un nuevo tipo de gasolina, la magna sin, cuya característica principal es el contenido de plomo menor a 0.01 g/gal. La producción-consumo esperada de este tipo de gasolina, para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ha sido ascendente, así para 1990 se estimó en 8 millones de barriles y para 1995 en 24 millones.

Fracción plúmbica de las gasolinas.

El papel toxicológico de la gasolinas en relación al plomo se debe a la incorporación en este tipo de combustible de un compuesto orgánico de plomo: el tetraetilo de plomo.

De la familia de los compuestos orgánicos de plomo resaltan los alquílicos de plomo y en especial, por su incorporación a las gasolinas, los derivados del tetraalquilo de plomo. Entre los principales compuestos inferiores de esta base se encuentran el tetrabutilo, tetraetilo, tetrametilo y tetrapropilo de plomo.

Las propiedades químicas que hacen que estos compuestos sean tóxicos para el hombre son la insolubilidad al agua y su alta solubilidad en solventes orgánicos. Otra de esas propiedades que las temperaturas elevadas o la presencia de luz descomponen a estos derivados alquílicos en plomo inorgánico y en radicales libres. El oxígeno inhibe la descomposición térmica del tetraetilo de plomo favoreciendo la formación de óxido de plomo.

De los alquílicos de plomo, el mayormente utilizado es el tetraetilo de plomo, también conocido como plomo tetraetilo, tetraetilplomo o tetraetiluro de plomo -Pb $(C_2H_5)_4$- tiene un peso molecular de 323.45 con una densidad a 20°C de 1.65 y su principal uso es como aditivo antidetonante en las gasolinas. El papel que tiene este compuesto es basicamente para el incremento del octanaje de la gasolina, además de evitar los efectos de la detonación al quemarse la última parte de la gasolina en el cilindro del motor de combustión interna.

La eficiencia del tetratetilo de plomo como aditivo en la gasolina radica en que no incorporarlo puede originar detonaciones violentas que originarían la pérdida de la potencia del motor, ineficiencia en el

quemado del combustible con un consecuente incremento en el consumo de combustible. Además de este papel en el proceso de combustión y funcionamiento del motor, el tetraetilo de plomo tiene un efecto lubricante que protege los asientos de las válvulas de admisión del vehículo, prolongando la vida útil del motor.[51]

En el proceso de recambio y sustitución de las gasolinas con plomo por gasolinas sin tetraetilo de plomo, se están utilizando como antidetonantes compuestos oxigenados como son el metilterbutileter (MTBE) y el terbutil eter (TBE) que tienen la misma función antidetonante y una mayor eficiencia en el octanaje.

La importancia que tiene el tetraetilo de plomo como fuente de exposición a plomo, ya sea a nivel poblacional o en el ámbito ocupacional, como en el de los expendedores de gasolina, radica en que durante el proceso de combustión de la gasolina con tetraetilo de plomo se forman una serie de compuestos de plomo que son liberadas al ambiente como emisiones contaminantes por el mofle del vehículo.

Se ha establecido, por lo menos, la presencia de 11 sustancias derivadas de la combustión de gasolina con tetraetilo de plomo, entre ellas se encuentra el Cloro bromato de plomo (PbBrCl) que al momento del arranque del vehículo (tiempo cero) se puede encontrar como material particulado en un 32% en las emisiones por el escape del vehículo. Otro compuesto es el clorobromato de plomo oxidado (PbBrCl. 2PbO) que en este tiempo cero se encuentra de forma particulada en un 31% y el cloruro de plomo ($PbCl_2$) que se encontraría en un 10%.

En este mismo tiempo cero se encuentran otras proporciones particuladas de derivados de plomo, los que adquieren importancia conforme pasa el tiempo en que se encuentra trabajando el vehículo. Los compuestos arriba mencionados reducen considerablemente su

participación en el total de material particulado que se emite por el escape de un vehículo de motor y se incrementan otros que al momento del arranque se encontraban en mínimas proporciones. Por ejemplo los óxidos de plomo (PbO_x) después de 18 horas de tener un motor trabajando se encuentran en un 21% en las lecturas de las concentraciones en el escape de los vehículos, o bien el carbonato de plomo oxidado ($PbC_3.2PbO$) que se encuentra, después de ese mismo período de tiempo casi en un 30% de la concentración de emisiones.

De acuerdo con esto, en aquellas ocupaciones con exposición a derivados de plomo por emisiones vehiculares, tienen mayor importancia aquellas cuya exposición se da en tiempo cero de emisión, ya que es en este momento en que se encuentran una proporción mayor los derivados de plomo en el conjunto de las emisiones. En el caso de los trabajadores de las estaciones de gasolina, estos se encuentran en el tiempo cero de los vehículos, de allí que la exposición aérea contribuye de manera importante a la carga de plomo en el organismo del trabajador.

En México, el contenido del tetraetilo de plomo en las gasolinas ha variado de acuerdo con los diferentes tipos de gasolinas. A partir de 1970, el contenido de tetraetilo de plomo en las gasolinas se ha reducido de 3 g/gal a menos de 0.01 g/gal de tetraetilo de plomo como es el caso de la Magna sin. (tabla 5)

Los cambios de las marcas y nombres de gasolinas obedecen no sólo a una cuestión de imagen, sino también a la composición de las mismas, incluyendo el tetraetilo de plomo. Por ejemplo, en esta misma tabla se muestra como la mexolina contenia aproximadamente 3 g/gal de tetraetilo de plomo y para estas fechas la gasolina nova sólo contiene 1 g/gal. En el caso de la gasolina sin plomo (magna sin) la introducción

de esta gasolina opera en el momento que se tiene un antidetonante que sustituye al tetraetilo de plomo, en esta caso es el uso de MTBE.

El uso de los derivados del plomo como antidetonante de la gasolina es una práctica común, pero la cantidad del plomo que se adiciona tiene variaciones dependiendo del país donde se produce. En México, por ejemplo, un tipo de gasolina considerada como extra plus contiene 0.05 ml de tetraetilo de plomo por galón (mlTEP/gal), este contenido, expresado en g de tetraetilo de plomo por galón (gTEP/gal) es cero. El total de g de plomo por galón (gPb/gal) es de 0.03; de gramos de tetraetilo de plomo por litro (gTEP/l) es de 0.02 y el contenido en gramos de plomo por litro es de 0.01 (gPb/l). Comparado este tipo de gasolina con la Nova Plus el contenido, tanto de tetraetilo de plomo como de plomo, es mucho mayor. Así se reporta 1 mlTEP/gal, 1.65 gTEP/gal, 1.06 gPb/gal, 0.43 gTEP/l y 0.2 gPb/l.

En comparación con las gasolinas que se producen en otros países, para el caso de la Extra Plus, el contenido de tetraetilo de plomo y plomo es similar o mejor a las gasolina sin plomo de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Por otro lado las gasolinas de Brasil, España y Venezuela tiene contenidos de tetraetilo de plomo y plomo excesivamente elevados por sobre los niveles de la gasolina nova plus mexicana. De acuerdo con estas cifras las gasolinas de menor calidad, tomando como indicador el contenido de tetraetilo de plomo, son las gasolinas producidas en Brasil y Venezuela. (tabla 6)

La gasolina, como un compuesto adicionado por diversas sustancias químicas, tiene un papel importante como tóxico ambiental y nocivo para el ser humano. Para el caso de los compuestos de plomo adicionados a las mismas, se ha visto que tienen un impacto toxicológico después de un período de latencia de 5 a 7 días. Hacia la década de los 20's se encontraba en el centro de la discusión de la salud

pública el uso del tetratetilo de plomo como aditivo en las gasolinas, en virtud de que ya se conocían los efectos que para la salud tenía el plomo pero aún con todo y la evidencia científica de daños a la salud se mantuvo la producción del tetraetilo de plomo.[52]

La absorción de los alquilos de plomo en la vía gastrointestinal es limitada y por la combinación con las secreciones gástricas los tetraalquilos de plomo son convertidos en trialquilos de plomo los que son absorbidos por el tracto gastrointestinal. Por vía respiratoria estos productos son absorbidos de manera considerable, se demostró que casi un 50% de una exposición a un ambiente de 1 mg/m3 de compuestos radiomarcados fueron absorbidos por voluntarios humanos. Para este tipo compuestos de plomo, la absorción por vía dérmica es importante. Dada la solubilidad que tienen en la grasa, esta vía de absorción es muy eficiente; en el modelo de Laug y Kunze se reportó que el 6.5% de tetraetilo de plomo se absorbió. En este tipo de absorción la evaporación del producto es una ventaja para reducir la exposición, dado que la rápida evaporación del producto reduce la cantidad que se absorbe. Esta facilidad de ingreso al organismo humano por ese tipo de compuestos va a facilitar que la exposición ocupacional a plomo tenga impacto en la salud de las poblaciones trabajadoras.

XI. EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A PLOMO.

El uso del plomo a nivel de la industria está muy extendido; a continuación se enumeran algunas ocupaciones donde el plomo es parte de la actividad laboral sea de manera directa o indirecta, es así que se tienen aquellos procesos industriales donde se utilizan pinturas o revestimientos con plomo, también la fabricación de abrasivos para hornos y las actividades de limpieza, remoción y movimiento de ese tipo de recubrimientos ya sea por soldado o corte; demolición manual de estructuras secas, raspado o lijado manual, aplicaciones con pistola de calor, eliminacion de remaches; pintado con pistola y uso de pintura con plomo; reparación de radiadores; en actividades donde se mezcle mortero con plomo; aplicación de la frita para el vidriado de la cerámica; ruptura, reciclado y manufactura de baterías ; fundición de objetos donde se utilice plomo; operación o limpieza de campos de tiro cerrados; formulación o procesamiento de pinturas o pigmentos que contengan plomo y, corte, quemado o refinado de materiales que contengan plomo[53]

Asimismo se han categorizado a las ocupaciones de acuerdo con su nivel de exposición al metal, es así que se habla de actividades de alto riesgo o con exposición alta, por ejemplo se tiene a los trabajadores que fabrican acumuladores, los alfareros, los mecánicos, fabricantes de artículos con plomo, por ejemplo pisos, hojas de plomo, sales o pigmentos de plomo, entre otros.

En los trabajadores de exposición mediana o actividades de mediano riesgo se incluyen a los fabricantes de alambre, de cables eléctricos o telefónicos, colorantes, los fundidores de linotipos de imprenta, los reparadores de radiadores, los trabajadores de refinerías de petróleo, los sopladores de vidrio plomado.

En los trabajadores de exposición baja o de actividades de bajo riesgo se enlistan a los fabricantes de barnices, los conductores de vehículos de motor de gasolina, los trabajadores de gasolinerías y linotipistas, entre otros.

Finalmente se encuentran los trabajadores de exposición limitada o en actividades de bajo o nulo riesgo como los teñidores de calzado, los fabricantes de charol, los fabricantes de cuchillería y los esmaltadores.[54] Sharp y colaboradores clasificaron las ocupaciones de acuerdo con la exposición a plomo, considerando a ésta como baja, moderada y alta.[55] Siguiendo esta clasificación y de acuerdo con las ocupaciones registradas como expuestas a plomo, los alfareros serían un ejemplo de grupo ocupacional cuya exposición a plomo sería alta, los pintores o tintoreros que utilizan pintura a base de plomo se consideran con una exposición media y, los despachadores de gasolina se clasificarían como trabajadores de baja exposición.

La exposición ocupacional a plomo y sus efectos sobre la salud han sido estudiados en diferentes grupos ocupacionales, resaltando aquellos donde la presencia del metal es evidente. Se ha documentado la presencia de daño a la salud con exposiciones a niveles bajos de plomo, por ello es que aún se considera como un riesgo la exposición ocupacional al metal. Son diversas las industrias y ocupaciones donde se utiliza el metal y en los trabajadores que allí se exponen se han determinado diferentes tipos de daños al salud.

Uno de los puntos de discusión sobre daños a la salud y exposición ocupacional a plomo se encuentra no en el efecto que sobre la salud tiene el metal, mismo que ha sido descrito exhaustivamente, sino en el tipo de exposición como predictor de diversos indicadores biológicos, como lo sería el nivel de plomo en sangre. Aparentemente la exposición al contaminante aéreo no es la única que contribuye a

explicar la acumulación de plomo en el organismo del trabajador, sino que puede haber otro tipo de exposición que contribuya al acúmulo del metal en el organismo y que puede ser medido a traves de diversos indicadores.

De las ocupaciones más estudiadas se encuentran los trabajadores de la industria del acumulador (sea en su modalidad de armador, o bien de reciclador). En esta industria se han determinado diferentes niveles de exposición a plomo en el ambiente aéreo dándose rangos que van desde 2 a 5300 $\mu g/m^3$ [56]. Se ha determinado en este grupo ocupacional que los niveles de plomo estudiados tiene que ver con la cantidad del metal que se encuentre en el aire así como con la contaminación de manos para incrementar el ingreso del metal por la vía digestiva. Los niveles de plomo determinados en este grupo ocupacional han sido diversos de acuerdo a los reportes, en el estudio de Hodgkins la media de plomo fué de 29.1 µg/dl y dichos niveles variaban de acuerdo con la categoría, así los encapsuladores reportaron los menores niveles (23 µg/dl) y los armadores de la batería los mayores niveles (39.7µg/dl). Gittleman reporta una media de plomo en sangre de 65 µg/dl en una grupo de trabajadores en una armadora de baterías automotrices. [57] Byung-Kook reporta una media de plomo en sangre de 48.3 µg/dl en trabajadores de una industria de almacenaje y reciclamiento de baterías.[58]

Los oficios que se desarrollan en la industria de la fabricación y reparación de radiadores se ha clasificado como de exposición alta a plomo, los estudios han determinado que los niveles de plomo en este tipo de industria varían, asi por ejemplo, Nuñez[59] determinó en una industria de reparación de radiadores de la ciudad de Nueva York, que el 68% de los trabajadores se encontraba con niveles de plomo por sobre los 25 µg/dl, sólo el 39% rebasaban los 40µg/dl y el 24% se encontraban por sobre los 50µg/dl. Otros estudios han mostrado que los niveles de

plomo en los trabajadores de este tipo de industria se encontraban en rangos muy bajos (1.53 µmol/L y 20.4 µg/dl).[60,61]

Otras ocupaciones cuyos procesos ocupacionales utilizan plomo han reportado diversos niveles del metal en la sangre de los grupos ocupacionales. En los trabajadores de la construcción la exposición a plomo está creciendo y los niveles que se estan registrando son elevados. En esta industria la exposición ocupacional se esta reportando asociada a las actividades de demolición, pintores, electricistas y armadores de varillas. Los niveles han variado entre 60 y 130 µg/ dl. Se estima que aproximadamente 8% de los trabajadores se encuentran bajo este riesgo.[62] Dentro de la industria de la construcción los trabajadores involucrados en la remoción de estructuras metálicas con pintura de plomo se han encontrado con niveles de plomo en sangre elevados.

En el reporte del sistema de vigilancia de exposición ocupacional a plomo de Nueva Jersey el 55% de los trabajadores de la construcción reportaron más de 50 µg/dl[63]. Otros trabajadores han reportado niveles de plomo relativamente bajos, este el caso de los trabajadores que laboran en incineradores cuyas niveles de plomo reportados se encontraban entre 13.7 µg/dl y 15.3 µg/dl.[64]

El impacto que tiene en la salud la exposición a plomo no sólo tiene la cara de la morbilidad, sino que también se ha documentado que los grupos ocupacionales expuestos al metal tienen un patrón de mortalidad que los hace diferentes a otros grupos poblacionales. Steenland (1992)[65] revisó los principales estudios epidemiológicos sobre mortalidad en grupos ocupacionales expuestos a plomo y en la misma señala cómo los trabajadores de baterías tienen un exceso de mortalidad por cáncer renal con una razón de mortalidad

estándarizada de 2.22 a 2.55; de cáncer de pulmón de 1.09 y de cáncer de estómago de 1.68.

En esta revisión, los esmaltadores reportaban un exceso de mortalidad por cáncer renal, por accidentes y enfermedades respiratorias no malignas. En los linotipistas el exceso de riesgo era por enfermedad cerebrovascular (RME=1.35). En el grupo de impresores de periódicos el exceso de mortalidad reportado ha sido por enfermedad cerebrovascular en aquellos trabajadores con 30 y más años de exposición (RME 1.68)[66]

En relación con los despachadores de gasolina, son pocos los estudios epidemiológicos ocupacionales que se han enfocado a estudiar la exposición aguda o crónica al plomo. El más reciente de estos estudios es el de Zhang[67] quién estudió las concentraciones aéreas de tetraetilo de plomo en la exposición de tres diferentes poblaciones, incluyendo un grupo de 277 trabajadores de depósitos de gasolina. La antigüedad en el trabajo en este grupo ocupacional fué de más de 5 años las concentraciones de tetraetilo de plomo en aire, expresadas como medias alcanzaron los 84.8 $\mu g/m^3$ (d.e.=34.3 $\mu g/m^3$). Este grupo de trabajadores mostraron clínicamente la presencia de temblores y un reflejo patológico del tendón de Aquiles significativamente diferentes con un grupo de control. No determinaron algún indicador biológico de exposición de tal forma que no se puede establecer la relación de esos datos clínicos con el nivel de plomo en sangre.

Entre los estudios de trabajadores incorporados a los centros de almacenamiento de gasolina, la mayoría de ellos se han enfocado a medir efectos a la salud relacionados con químicos tales como benceno más que medir plomo. Los efectos que se han encontrado en este grupo obrero asociado a su trabajo con gasolina, en especial con benceno, es el

reporte de una serie de síntomas como cefalea, congestión nasal y rinitis, o leucemia, entre otros.[68,69,70,71]

XII. INTOXICACIÓN OCUPACIONAL POR PLOMO EN MÉXICO.

En México son pocos los estudios que sobre intoxicación ocupacional por plomo se han realizado. Desde 1976 se tienen registrados diversos estudios en la industria de pigmentos, metalúrgica y de acumuladores. Rojas describe en una fábrica de acumuladores que la media de plomo en sangre determinada en los trabajadores fué de 57.81µg/100ml.[72] En un estudio en trabajadores de dos industrias de tratamiento de metales los niveles de plomo encontrados fueron de 39.95 mcg% y 73.58 mcg%[73] En general, las medias de plomo en sangre en los trabajadores han variado de 29.6 µg/dl hasta 73.6 µg/dl. En el total de estos estudios la muestra de trabajadores no ha rebasado los 150, de aquí que la estadística sobre enfermedades de trabajo, en especial las relacionadas con plomo, sean el dato más cercano a la caracterización del problema.

De acuerdo con las estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)[74], el número de enfermedades de trabajo tiene una tendencia creciente. En números absolutos durante 1983 fueron registradas 2104 enfermedades del trabajo y diez años después, se registraban 7186 enfermedades del trabajo. Dentro de este grupo de enfermedades del trabajo registradas por la estadística, se incluye a la intoxicación por plomo (reportado como efectos tóxicos del plomo-saturnismo) que a continuación se describe.

La tendencia del saturnismo, en trabajadores afiliados, ocupa diferentes posiciones entre las diez principales causas de enfermedad del trabajo. Comparando 1983 con 1992, en ese primer año, el saturnismo se registraba como la tercera causa de enfermedad del trabajo (17.1 %), siguiendo a las dermatosis y la sordera traumática. Para 1991 ocupaba la quinta posición (4.5 %) después de las sorderas traumáticas, neumoconiosis, dermatosis y otras. (figura 7)

Utilizando como denominador la población de trabajadores bajo seguro de riesgos de trabajo, la incidencia de saturnismo, para 1983 sería de 3.76 casos por cada 100 000 trabajadores bajo seguro de riesgos de trabajo; la tasa más baja se registró en 1990 (0.18 casos por cada 100 000 trabajadores bajo seguro de riesgos de trabajo). La tasa de incidencia para 1991 sería de 1.94 por cada 100 000 trabajadores bajo seguro de riesgos de trabajo. Como se observa en la figura 8, la tendencia de este padecimiento, en esta población asegurada, es descendente, aunque en 1991 hay un ligero repunte y continúa su tendencia descendente al siguiente año.

En esta misma estadística del IMSS, los reportes de intoxicación plúmbica muestran que en el período 1989 a 1993, se registraron un total de 958 casos de intoxicación plúmbica en 38 diferentes tipos de actividades económicas. De estas actividades las que reportaron el mayor número de casos en el período fueron las plantas de beneficio de minerales metálicos (37 %) y la fabricación de acumuladores eléctricos (16.9 %). En este descripción, la estaciones y venta de gasolina diesel y compraventa de aceites lubricantes y aditivos con autotransportes sólo reportaron un caso (0.1 %) durante todo el período.

Este rubro incluye a los trabajadores de expendios de gasolina y el resultado expresa que aún con la ausencia de un proceso de vigilancia epidemiológica ocupacional, detrás de este caso habrán niveles de plomo seguramente elevados.

De acuerdo con la ocupación, el expendedor de gasolina está fuera de las 61 ocupaciones listadas con casos de intoxicación por plomo. De ellas, las principales ocupaciones con casos de intoxicación por plomo son los peones (inespecificados) (26.3%), mineros y canteros (12.5%), operadores de máquinas herramientas (7.8%) y, los soldadores y oxicortadores (6.5%). La información que presenta el IMSS en relación a riesgos de trabajo tiene sus limitaciones, posiblemente por la existencia

de un subregistro de información de los reportes de enfermedad, pero aún con ello la misma es una de las pocas informaciones que muestran el escenario de daño en los grupos ocupacionales.

En México no se cuenta con estudios publicados que documenten la exposición aguda o crónica a plomo en los trabajadores que laboran en las gasolineras a excepción de la estadística de riesgos de trabajo, que como se ha descrito, presentan el número de sujetos que reportados con un cuadro clínico compatible a intoxicación por plomo, y, seguramente con niveles elevados del metal en sangre.

Contaminación por plomo en ambiente aéreo de la zona metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

La tendencia que han tenido los niveles de plomo en aire de la ZMCM tienen una tendencia descendente, y es posible reconocer que este descenso ha sido diferencial de acuerdo con las diferentes zonas de la ZMCM. La zona que continua con niveles de plomo en aire por sobre la norma (1.5 mg/m^3) es la Noroeste, sitio donde la contribución de las emisiones de la industria y de los vehículos es importante para la cantidad de plomo en el ambiente. Por otro lado la zona cuyos niveles de plomo han reducido de manera más aparente es la zona suroeste, donde las emisiones vehiculares son las principales fuentes de plomo.(figura 9)
Como se verá más adelante, en el período en que fué realizado el estudio el valor promedio anualizado de esos niveles confirma este diferencial en las concentraciones del metal en el ambiente. La explicación de esta reducción en los niveles de plomo del ambiente aéreo destaca la reducción del plomo en la gasolina debido en gran parte a la introducción, a partir de 1990, de una gasolina sin contenido de plomo .

XI. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CAMPO.

Determinar un indicador biológico, en un grupo ocupacional con las características del expendedor de gasolina o gasolinero, y relacionarlo con su proceso de trabajo tiene algunos elementos que le confieren una categoría de "especial" al proceso. El estudio de epidemiológico, del que aquí presentamos los resultados, detalla los resultados cuantitativos del indicador biológico que se ha medido con la tecnología de un laboratorio y sus relaciones con los diversos riesgos, expresados como riesgos o proporciones; pero además, intenta una descripción cualitativa del proceso de trabajo que muestre los elementos del trabajo cotidiano del gasolinero que permita la comprensión de esos datos cuatitativos.

1. PROCESO DE TRABAJO

Área física.

Las estaciones de venta de gasolina no tienen una patrón de construcción estándar en términos de área física, pero existen algunas características que se reconocen en la construcción y equipamiento de una estación de servicio.

Es factible establecer que son propios de una estación de servicio los siguientes elementos: tanques de almacenamiento, islas con sus respectivas bombas de gasolina, en cada isla se encuentran además de las bombas, el surtidor de agua, la bomba de aire y los exhibidores de productos. En algunas estaciones de servicio se encuentran aspiradoras para limpieza de los vehículos. Uno de los elementos propios de una estación de servicio es la *regla o medida* que sirve para medir el nivel de llenado en que se encuentran los tanques de almacenamiento de

gasolina. Estos tanques se encuentra instalados de manera subterránea y tienen capacidad que va de los diez mil a cuarenta mil litros.

En los últimos años se ha dado un recambio tecnológico en el tipo de bombas de gasolina, por lo que actualmente pueden encontrarse tres tipos de bombas: aquellas donde la operación es manual y el registro no es electrónico, en estas debe de tenerse una vigilancia directa en la cantidad de litros servidos, esto exige una mayor atención por el trabajador hacia la bomba. El segundo tipo de bomba es aquella cuya operación es manual pero el registro es electrónico, lo que facilita el llenado del vehículo, y el último tipo son aquellas bombas en las que se puede programar la cantidad de litros requeridos teniendo como base de programación la cantidad en pesos. En cada isla es obligatorio tener una protección antichoque que proteja a las bombas de gasolina de un posible golpe por los vehículos.

Una estación de despacho de gasolina, básicamente expende dos tipos de productos: gasolina nova y gasolina magna sin. Ambos productos identificados por colores y letreros en las bombas.

Categorías laborales.

En las estaciones de servicio de gasolina es posible identificar dos categorías de trabajadores: administrativos y operativos.

Los trabajadores administrativos no relacionados directamente con el despacho de gasolina o con el trabajo directo y manual en las islas son regularmente menos de cinco trabajadores por estación de servicio. Este tipo de trabajadores son los encargados de la administración de la estación. Esta actividad comprende el acopio de dinero producto de la venta diaria a cada uno de los trabajadores, el llenado y control de la nómina de los trabajadores, control de ingreso y egreso financiero,

relación de pedidos a la proveedora de la gasolina (Petróleos Mexicanos-PEMEX en este caso), y otras actividades que no tienen que ver directamente con el manejo de las islas o bombas de despacho.

De manera general este tipo de trabajadores son personal con un nivel técnico medio y en algunos casos profesional, mayormente son hombres aunque algunos expendios contratan mujeres para este tipo de trabajo, las que ejercen una función secretarial agregada.

Existe una diferencia marcada entre este tipo de trabajadores y el despachador de gasolina. Diferencias que se expresan en la percepción económica, pero a la vez en la identificación frente al proceso de trabajo, esto es, mientras los despachadores de gasolina son los que mas sucios trabajan, los administrativos se conservan "limpios".

Despachadores de gasolina.

Los despachadores de gasolina son básicamente los trabajadores que mantienen en operación a la estación de servicio. La actividad principal de todos ellos es el despacho de gasolina, pero es posible reconocer otro tipo de actividades que se realizan de acuerdo a la antigüedad en la estación de servicio o bien su participación en el conjunto de las actividades de la estación.

Entre las actividades que ellos realizan se tienen la limpieza rotatoria de sitios diversos a las islas de despacho (p.e. sanitarios, área para el cambio de ropa -que regularmente la realizan los trabajadores con menor antigüedad en la estación), la limpieza de la isla de despacho, orden y acomodo de los diversos productos que se expenden en la isla (p.e. aceites, aditivos).

La intensidad del trabajo en las estaciones de servicio de gasolina depende de factores tales como la localización urbana de la estación, el número de trabajadores que allí laboran y las diversas concesiones de productos (automotrices o alimenticios) que tenga la estación de servicio.

Durante un turno de trabajo, cada uno de los trabajadores despacha de 70 a 100 vehículos por día, dependiendo del turno (es mayor el número de vehículos por la mañana y tarde), del día (sábados y domingos tiene la menor afluencia de vehículos), número de bombas en la gasolinera (regularmente se cuenta con dos bombas de despacho por isla, lo que permite que se puedan despachar, por lo menos, dos vehículos de manera simultánea) y el número de trabajadores por isla (un trabajador se encarga de una isla).

En cada turno de trabajo dentro de la gasolina se encuentra un encargado que puede ser uno de lo strabajadores con mayor antigüedad en la estación, o bien es una de las personas seleccionadas por el dueño o gerente de la gasolinera y que tiene la confianza de éste. El encargado de la gasolinera tiene como responsabilidad la de llevar el control de litros expendidos por cada bomba, recibir el dinero de la cuenta de cada uno de los trabajadores, checar el nivel de las bombas, recibir la pipa de PEMEX y verificar que la misma les haya dejado la cantidad correspondiente al pedido. La diferencia de este trabajador con el resto de los expendedores es que este recibe un pago formal por su trabajo (tiene una contratación con sueldo, que puede variar de uno o dos salarios mínimos).

Fases del proceso.

En el proceso de trabajo de un despachador de gasolina se pueden identificar algunas fases que hemos descrito como preparación, limpieza, despacho y entrega de cuenta.

a) Preparación.

Al inicio de la jornada laboral el trabajador llega a realizar el cambio de ropa de calle por la de trabajo a una área ex-profeso para ello. Aquí cuentan con gavetas o lockers para el guardado de sus pertenencias personales. En algunas estaciones de servicio esto no es así y tiene que hacerse el cambio de ropa en los sanitarios o bien, cuando la estación no cuenta con esta área, el trabajador no realiza el cambio de ropa y usa la ropa de uso diario o bien una bata u overol con esta ropa.

Regularmente el trabajador no llega desayunado a la estación de servicio, de tal manera que antes de iniciar su turno consume alimentos cerca de la estación o dentro de la misma. En algunas ocasiones llegan a la estación vendedores de alimentos que son conocidos por ellos a ofertarles diversos tipos de productos. La mayoría de los trabajadores consume, básicamente, café adicionado de leche y pan. En algunas ocasiones es solamente jugo, o bien son tamales, tortas o gelatinas. El pago de estos productos es inmediato, y en algunos casos, funciona el sistema de pago tipo "abonado" -esto es, el trabajador paga al final de la semana lo que haya consumido de acuerdo con la lista de deudores que el vendedor lleva-. En los turnos vesperitnos, la mayoría de ellos acude a comer a locales cercanos a las estaciones de servicio o bien les llevan la comida a la estación de servicio, misma que consumen en un área cercana a la gasolinera o bien en la isla de despacho.

En esta fase de preparación al inicio de la jornada en la isla de servicio, el trabajador tiene que verificar el contador de litros de gasolina por bomba para que al final del día pueda realizar su corte de ventas. Esta verificación la realiza junto con el encargado de la gasolinera.

Asimismo tiene que verificar la cantidad de productos tales como aceites y aditivos que tiene en las rejillas de venta para tener un control de ventas al final del turno.

b) Limpieza

En la isla de servicio el despachador realiza actividades de limpieza de las cuales algunas son rutinarias como, la limpieza de las bombas de servicio que se ubican en su isla y el lavado con agua (ocasionalmente con jabón) del piso de la isla. Para la limpieza de la isla cada uno de ellos cuenta con implementos que le son proveídos por la gerencia de la estación. Esta limpieza la realiza con o sin el despacho de gasolina a los vehículos. Las otras actividades de limpieza que realiza de acuerdo a un "rol" se engloban en el barrido y aseo de la estación de servicio. Esta operación la realiza de manera conjunta con otros trabajadores..

c) Despacho de gasolina.

En el proceso de despacho de gasolina, el trabajador regularmente sigue una rutina que le permita que al cliente le "caiga bien su trabajo" para poder captarlo como cliente frecuente, vender alguno de los diversos productos que tiene en su isla y obtener una propina para suplementar su ingreso.

En esta rutina se identifican algunas actividades como son el solicitar las llaves del vehículo para realizar el despacho; ofrecer diversos

servicios o productos al conductor del vehículo, como el aditivo para gasolina, la revisión del nivel de aceite del vehículo, la revisión del nivel del agua del radiador del vehículo, la revisión de la presión de inflado de las llantas, aditivo para el aceite, limpieza de parabrisas y el aspirado del interior del vehículo, entre otras.

En algunas estaciones de servicio se expenden diversos productos tales como hielo, agua embotellada, frituras de los que son responsables de la venta alguno de los expendedores de gasolina. Por lo que además de todo los servicios que ofertan hay que agregar estos últimos.

En el proceso de despacho de gasolina, el estado de la manguera, el del sello de retención en la punta de la bomba y de las uniones entre la manguera y la bomba, así como la cercanía de la cara del despachador con la entrada al tanque la gasolina, van a determinar la cantidad de exposición a vapores de gasolina y gasolina por parte del trabajador. En aquellas estaciones donde el equipo es viejo o ha sufrido adaptaciones, es frecuente que se derrame gasolina fuera del tanque con la evaporación consiguiente. En este derrame de gasolina el despachador limpia el vehículo con una franela ("jerga") que guarda en su bata u overol. Ocasionalmente, esta jerga sirve como paño para limpiarse las manos en las diversas operaciones que realiza durante el despacho de gasolina o bien en alguna de las actividades ya mencionadas (p.e. llenado de aceite, etc).

Después de realizar el despacho de gasolina, los trabajadores colocan el tapón y entregan las llaves del vehículo. Reciben el importe de la venta y concluyen la operación. Los trabajadores se encuentran siempre presentes cuando se realiza el arranque de los vehículos después de haberse despachado la gasolina, y es en este tiempo cero que las emisiones de los vehículos tienen una carga importante de plomo.

Durante el proceso de llenado el despachador utiliza frases necesarias para asegurar que su venta no va ser en perjuicio de sí mismo, la más importante es "...marca ceros la bomba..." Esta frase es la de uso más frecuente y que a los oídos de los automovilistas o de este trabajo suena trivial, pero ocasionalmente sucede que si el cliente no observa este valor en la bomba, puede haber un consumo mayor cuyo importe tiene que ser cubierto por el usuario, y en caso de negativa de éste, el importe es cubierto por el despachador. En otras ocasiones, el despachador de gasolina atiende diferentes actividades o dos vehículos a un mismo tiempo, que ocasionalmente conlleva que se rebase el monto de litros o pesos solicitados como compra por el cliente. Esta diferencia es cubierta por el despachador al hacer el corte del día.

Algunos trabajadores, generalmente los de mayor antigüedad en la estación o con la empresa, realizan actividades que son básicas para el funcionamiento de la estación de servicio. Entre estas actividades se encuentra el checar los tanques de almacenamiento del combustible (sea gasolina o bien diesel), revisar las trampas de grasa, recibir a los camiones distribuidores del combustible y checar la cantidad de gasolina que se deposita en los tanques.

Los trabajadores tienen 30 minutos para consumir sus alimentos pero son pocos los trabajadores que abandonan sus islas para almorzar o comer, en virtud que ello significa no atender un número de vehículos que les reportan ingresos por las propinas. De esta forma una buen parte de los despachadores consume sus alimentos en la isla de servicio. Estos alimentos van desde "alimentos rápidos" (como una torta), hasta una comida enviada de algún restaurante cercano a la estación de servicio. Aún cuando hay un lavado de manos previo al consumo de alimentos, el consumir los alimentos en la isla con la afluencia de vehículos, no garantiza que se mantenga la higiene durante el consumo.

d) Entrega de cuenta.

Al término del turno el despachador "cierra" la isla -que significa no atender vehículos- para revisar el contador de litros de gasolina con que cuenta cada una de las bombas y con ello entregar la cuenta del día. Existen algunas variantes en el manejo del dinero de la cuenta durante el día. Una de ellas es la entrega de la cuenta al final del turno, aquí el trabajador es el responsable del dinero que ha captado por las ventas. En otras estaciones, aproximadamente, cada hora o dos horas los trabajadores van entregando el dinero producto de las ventas al encargado de las islas para que lo traslade al área administrativa para su resguardo. Otra variante del manejo del dinero se da cuando el despachador cobra por los litros de gasolina servidos y le "paga" al encargado, de esta manera el despachador no maneja dinero en efectivo durante el turno.

Después de entregar la cuenta el trabajador se cambia el uniforme o bien se quita la bata, se asea (lavado de manos, cara y peinado) y sale de la estación. En pocas estaciones se cuenta con regaderas para que los despachadores se bañen, y la gran mayoría lo hace en casa. Algunos de ellos ocasionalmente utilizan el servicio de los baños públicos.
En la figura 10 se muestra de manera sintética las fases del proceso de trabajo de este grupo ocupacional.

Equipo de protección personal.

El equipo de protección personal con que cuenta este grupo ocupacional en realidad es escaso, básicamente es el overol o la bata, que en el mayor de los casos es de algodón. Muy pocos de ellos cuentan con zapato de seguridad (con casquillo de acero) y, es poco frecuente que los trabajadores utilicen guantes o mascarillas de protección personal durante el desempeño de su trabajo. Como las batas u overoles, el

equipo de protección personal tiene un fin comercial y en ocasiones empresas edidcadas a la industria de las refacciones o suplementos automotrices regalan batas, uniformes, gorras, principalmente, a fin de promocionar un producto. No se cuenta con una normatividad que obligue en este tipo de ocupaciones el uso del equipo de protección.

Horario de trabajo.

Dependiendo de la ubicación de la estación de servicio y de la afluencia de vehículos, se tienen por lo menos tres turnos de trabajo: matutino (7-14 h), vespertino (14-21/22 h) y nocturno (22-7 h). La mayoría de los turnos se cubren por los trabajadores y son pocas las ocasiones en que se trabajan turnos extras. la razón principal de ello es que una parte de los trabajadores obtienen su salario en función de las propinas. Pocos se encuentran en un régimen salario mínimo, de aquí que los turnos se respetan por cada uno de los trabajadores. A fin de no perder el trabajo y cuando los trabajadores requieren faltar al mismo, solicitan el permiso o bien piden ser cubiertos en su turno por algún compañero.

Riesgos laborales.

El trabajo como expendedor de gasolina es una labor ambientalmente al descubierto, de tal forma que se pueden enumerar diversos riesgos inherentes al proceso de trabajo que pueden resultar en efectos a la salud. Entre esos riesgos se cuenta la exposición a la gasolina y sus constituyentes o bien por exposición a los gases de la combustión de los vehículos dentro de la gasolinera.

Además, el trabajo en las gasolineras tiene otra serie de riesgos mecánicos que tiene que ver con el movimiento vehicular, o bien por el tipo de equipo que se maneja. Este grupo ocupacional se encuentran inmersos dentro de la violencia urbana, durante su horario de trabajo,

ya que las gasolineras son puntos de atracción para robos. Durante estos eventos, los trabajadores tienen una alta probabilidad de ser lesionados.

2. ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO.

Descripción de la población.

Se entrevistaron a 279 trabajadores que laboran en 23 expendios de gasolina de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM). De acuerdo con la distribución de estos trabajadores entrevistados por gasolinera participante, fue mayor el número de trabajadores en la gasolinera "Tlatilco" (10%), siguiéndole la "Super carretera" (7.9%) y la "Ulises" (7.2%). En la tabla 7 se resume la distribución de estos trabajadores por estación de gasolina.

De acuerdo con la distibución por sexo, el total de trabajadores participantes fueron del sexo masculino y la media de edad fue 33 años (min=18 años ; max=65 años ; d.e.=11 años).

El 70.2 % del grupo estudiado reportó ser casado y el 71.9 % manifestó tener hijos. El número de integrantes de las familia de estos trabajadores fue en promedio de 5 (min=1; max=12; d.e.= 2.) El número de hijos por trabajador varió de 1 a 9 con un promedio de tres hijos por trabajador (moda=2 hijos por trabajador). Asimismo el 44.4 % de los trabajadores se declararon fumadores.

Prevalencia de plomo en sangre.

La prevalencia de plomo en sangre en los expendedores de gasolina fué, en un valor medio de 11.60 µg/dl con un valor mínimo de 1.20 µg/dl y un máximo de 38 µg/dl (d.e.=7.06 µg/dl).

Exposición ambiental

Para 1993, año en que se realiza el presente estudio, la tendencia mensual de los niveles de plomo en cinco zonas de la ZMCM mostraba una tendencia estacionaria entre 0.2 a 0.5 mg/m^3 en especial en 4 zonas (a excepción de la zona noroeste) con un impacto estacional mínimo. Por otro lado la zona noroeste mantuvo valores entre 0.5 y 1.1 mg/m^3, con un aparente impacto estacional, aparentemente influenciado por la época de lluvias y de vientos. Los niveles de plomo en aire en las cinco zonas de la ZMCM, presentados como valor promedio anual, se mantuvieron por debajo de la norma pero mostrando las diferencias por zona de la ZMCM. (figura 11 y 12)

Exposición ocupacional

En la tabla 8 se observa la diversa gama de actividades que desempeñaban los trabajadores pertenecientes a este grupo ocupacional antes de laborar en las estaciones de servicio.

Entre esas ocupaciones se encuentran el trabajo agrícola, en la fabricación y preparación de alimentos y bebidas, elaborado de artesanías, chofer, obrero en fábricas de muebles, textiles, plásticos, vidrio, equipos industriales, ayudantes de soldador, en talleres, laboratorio y vendedores ambulantes. Predominan por su frecuencia, los empleados (18.8%), siguiéndole los estudiantes (10.8%) y como trabajadores de la construcción (9.1%). Sólo el 8.1 % de todos ellos ha tenido como trabajo-antecedente el de despachador de gasolina.

Se reportó un promedio de antigüedad como despachador de gasolina de 7.8 años (min=1 año; max=35 años; d.e.=6.8 años). El 97% de todos ellos labora turnos de 8 horas. El 91.2 % de los trabajadores entrevistados cambia la ropa de trabajo dentro de la estación de servicio y sólo el 10.7% de ellos se baña al concluir la jornada laboral.

El traslado de estos trabajadores hacia su centro de trabajo es en el 50.2 % en combi, siguiéndole en frecuencia el metro 30%.(cuadro %%) El 8.3 % de ellos utiliza el vehículo personal para hacer este traslado. El 87.6 % de los trabajadores utilizan aproximadamente una hora para trasladarse de la casa al trabajo, el resto de ellos utilizan más de este tiempo para hacerlo (hasta tres horas).

Percepción de la situación de salud.

Sólo el 57.1 % de los trabajadores reportados manifestaron contar con seguridad social y el 19.8 % contar con un médico personal que los atiende en caso de enfermedad. Sólo el 8.6 % de los trabajadores consideró que, en el momento del estudio, tenía algún problema médico. La mayor frecuencia de los problemas médicos reportados fueron los cardiovasculares (29.4%) siguiéndoles la diabetes mellitus y los problemas gastrointestinales (17.6% respectivamente). Tabla 9

Del total de trabajadores el 38.3 % (107) reportó algún padecimiento o malestar, entre estos resalta la cefalea (31.8%), e hipertensión arterial (13.1%) Tabla 10. De estos trabajadores, el 46.7 % (50) reportó otro padecimiento o malestar agregado a los anteriores, resaltando por su frecuencia la cefalea (16%) y la presencia de calambres (en pierna-pie, principalmente). Asimismo de esos 107 trabajadores, el 26.1% reportó un tercer padecimiento o malestar donde resaltan la hinchazón de pies (17.9%), la adinamia (14.3 %) y los problemas de memoria (14.3%).

El 18.1% de los trabajadores reportó haber sido hospitalizado alguna vez en su vida. La principal causa de hospitalización fueron los accidentes y/o violencias (41.3%), le siguieron las hospitalizaciones por intervenciones quirúrgicas (26.1 %) y problemas de tipo músculo esquelético (11 %) .

Sólo el 12.1% (31) de los trabajadores tomaba algún medicamento al momento de la entrevista. De ellos el 77 % fueron vitaminas, y el resto antiinflamatorios y tranquilizantes (10 % respectivamente).

Exposición no ocupacional a plomo.

Dado que una de las principales fuentes de exposición no ocupacional a plomo es el almacenado y consumo de alimentos en ollas de barro vidriado, se exploró esta situación.

Del total de trabajadores, en el 44 % de todos ellos se utilizan ollas de barro vidriado en la casa, y de ellos el 89 % se utilizan para cocinar. En el 55.1% de los que reportaron el uso de las ollas de barro vidriado, las utilizan para guardar alimentos.

Por otro lado, el 8% de los trabajadores viven en una casa ubicada en una calle donde se tiene mucho tráfico, el resto en casas ubicadas en sitios donde la calles tiene poco tráfico.

Factores de riesgo.

De acuerdo con la media de plomo en sangre de la población estudiada que resultó en 11.6 µg/dl y por los rangos mínimo y máximo de (1.2µg/dl-38.0µg/dl), es evidente que ninguno de los trabajadores se encontraba por sobre los 60 µg/dl (la norma ocupacional de plomo en

sangre propuesta por OPS), de tal forma que para buscar los factores que explicasen la presencia de plomo en la sangre de esta población, se decidió establecer como punto de corte para el análisis el valor de 15µg/dl, valor establecido como norma para población general. (ref 22) Se consideró con valores altos de plomo a aquellos trabajadores que sus resultados se encontraran por sobre los 15 µg/dl. De acuerdo con esto, sólo el 23.7% de los trabajadores se encontraba por sobre este punto de corte.

Por otro lado la antigüedad se categorizó en los siguientes estratos 1) de uno a cuatro años de antigüedad, 2) de 5 a 9 años de antigüedad, y, de 10 a 35 años de antigüedad. Ademas se incluyó una categoría de análisis de antigüedad en el trabajo de mayor o igual cinco años de antigüedad.
El tiempo de transporte al trabajo se categorizó en 1) mayor o igual a dos horas de transportación y, 2) menos de dos horas de transporte.

En la tabla once se muestran los factores de riesgo que explican la presencia del plomo en la sangre de estos trabajadores utilizando el punto de corte de 15µg/dl ya mencionado.

Veáse así que, aquellos trabajadores que tienen entre 10 y 35 años de antigüedad en este tipo de trabajo se tiene una probabilidad de casi cinco veces más de tener valores de plomo en sangre por sobre los 15µg/dl que aquellos que tiene de 1 a 4 años de antigüedad ($IC_{95\%}$= 2.05, 11.97).

Con una antigüedad de 5 a 9 años la probabilidad de tener por sobre los 15µg/dl es de 2 en comparación con la categoría 1 a 4 años de antigüedad ($IC_{95\%}$= 0.84, 4.91). La probabilidad de tener mas de 15 µg/dl de plomo en sangre por la antigüedad en el trabajo es de 3 en aquellos trabajadores que declararon haber trabajado mas de 5 años en este tipo de empresas ($IC_{95\%}$= 1.42, 6.73).

Otros factores de riesgo que contribuyen a determinar el plomo en sangre y que se indagaron fué el pintado de la casa, pero la probabilidad pasó por sobre el valor de nulidad ($IC_{95\%}$= 0.44, 2.25).

Como ya se ha visto el uso del barro vidriado, sea para cocinar, comer o guardar alimentos, es uno de los predictores que explican los niveles de plomo en sangre. En este grupo de trabajadores el utlizar las ollas de barro vidriado les explica un 33% de probabilidades de tener niveles de plomo por sobre los 15 µg/dl, en comparacion con aquellos que no utilizan este tipo de utensilios ($IC_{95\%}$= 0.72, 2.49).

El que en esta población trabajadora se utilicen las ollas de barro vidriado para cocinar les genera un 34% de probabilidades de tener los niveles de plomo por sobre los 15 µg/dl ($IC_{95\%}$= 0.71, 2.51) y esta misma proporción se conserva cuando declaran que además de cocinar guardan los alimentos en este tipo de utensilios y después consumen los alimentos ($IC_{95\%}$= 0.63,2.83).

Otros factores de riesgo conocidos por estar asociados con el nivel de plomo en sangre no reportaron probabilidades que explicaran los niveles encontados en esta población, así el consumo de cigarrillos no se presenta como un factor de riesgo para esta situación (RM=0.81; $IC_{95\%}$= 0.43, 1.52).

La ubicación de la casa y consecuentemente tráfico cercano a ella tampoco resultó un factor explicativo de los niveles de plomo de la población trabajadora (RM=1.03; $IC_{95\%}$=0.31, 3.17). Asimismo el tiempo de transportación del trabajador a sus labores no reflejó una asociación con el nivel de plomo en sangre (RM=0.47; $IC_{95\%}$=0.07,2.46). La figura 13 resume todas estas relaciones de riesgo.

Análisis Estratificado.

Se realizó un análisis estratificado básicamente para elucidar la participación del uso de barro vidriado en diversas modalidades con la antigüedad en el trabajo. Como se observa en la tabla 12, el riesgo de niveles de plomo en sangre mayores de 15µg/dl en la población trabajadora fue de 3.06 ($IC_{95\%}$= 1.42, 6.73) con una antigüedad de 5 o mas años; con esa misma antigüedad pero cuando declaran que utilizan barro vidriado el riesgo se incrementa 5.59 ($IC_{95\%}$= 1.61, 21.32) y en aquellos que declararon no utilizar barro vidriado el riesgo obtenido es de 1.82 ($IC_{95\%}$= 0.66, 5.20).

De acuerdo con lo que propone Kleimbaun [75] y por los resultados obtenidos, el uso de barro vidriado es una variable confusora que modifica el efecto, de tal forma que cuando se calcula el estimador de resumen como razón de momios de Mantel y Haenzel (RM_{M-H}) se obtiene una probabilidad de que todos aquellos trabajadores de la gasolinera que tengan una antigüedad en el trabajo de cinco y más años y además utilicen ollas de barro vidriado para consumir alimentos tengan una probabilidad de casi tres veces más ($IC_{95\%}$= 1.39, 6.73) de tener niveles de plomo en sangre por sobre los 15µg/dl que aquellos trabajadores que no tienen esa antigüedad en el trabajo y que además consumen alimentos en ollas de barro vidriado. (tabla 12)

Al realizar este mismo tipo de análisis las probabilidades se mantienen cuando se incorpora a la antigüedad en el trabajo el cocinar en ollas de barro vidriado (RM_{MH}=3.0; $IC_{95\%}$= 1.41, 6.77) (tabla 13); o bien por el guardado de alimentos (RM_{MH}=2.97;$IC_{95\%}$= 1.42, 6.83) (tabla 14).

Regresión múltiple.

Se realizó un análisis de regresión incluyendo en el modelo las variables predictoras de niveles de plomo en sangre como son el uso y consumo y cocinado de alimentos en utensilios de barro vidriado, tiempo de traslado al trabajo, tipo de tráfico en la casa, consumo de tabaco y antigüedad en el trabajo. De todas estas variables la que mejor explica los niveles de plomo en sangre por sobre los 15 µg/dl en la población estudiada es la antigüedad en el trabajo.

De acuerdo con este análisis por cada año de antigüedad trabajando como despachador de gasolina se incrementa el nivel de plomo en sangre en 0.24 µg/dl ($IC_{95\%}$= 0.13, 0.35). Tabla15

XIV. CONCLUSIONES.

Estudiar grupos ocupacionales como el de los gasolineros tiene ímplicito que las exposiciones ocupacionales y extraocupacionales se encuentren extrechamente ligadas, en este caso el trabajador tiene una exposición ocupacional por el contacto con los constituyentes de la gasolina, pero, al estar expuesto al ambiente aéreo de la ciudad de México por el desarrollo del trabajo a espacio abierto, lo que para otras poblaciones se considera como exposición extraocupacional.

El cuestionario utilizado exploró de manera general la exposición a los diversos riesgos, pero las variables incluídas en el mismo, aún cuanto generales, permitieron establcer el papel de la exposición ocupacional e, indirectamente, el no ocupacional, reflejado por los resultados marginales de las asociaciones encontradas.

Es díficil establecer la frontera entre exposiciones ocupacionales como no ocupacionales es por ello que los resultados cuantitativos aquí obtenidos (veáse riesgos o razones de momios) expliquen ambos escenarios aún cuando la significancia se encuentre de manera marginal.

Este es un estudio exploratorio de los niveles de plomo en sangre en un grupo ocupacional mexicano, cuyo proceso de trabajo tiene caracteristicas especiales que le hacen ser un grupo ocupacional diferente a los industriales o de plantas manufactureras. La información aquí obtenida documenta la prevalencia de los niveles de plomo en sangre en trabajadores de gasolineras del Distrito Federal así como los factores de riesgo que explican dichos niveles.

Para evaluar la exposición se utilizó un indicador biológico de exposición como es el nivel de plomo en sangre. Este indicador sólo

refleja exposiciones agudas al metal. Los valores encontrados, aún cuando bajos, reflejan una exposición a plomo ya sea en el ámbito ocupacional como extraocupacional.

Una de las variables que en el estudio explicaron, con más fuerza, el nivel de plomo en sangre, por sobre los 15μg/dl, fué la antigüedad laboral como despachador de gasolina, en especial en aquellos que cubrían antigüedades laborales de cinco y más años en relación con aquellos que tuvieron menor tiempo de trabajo como despachador. Aún cuando tienen una exposición a derivados alquílicos de plomo, este grupo ocupacional reporta valores por debajo de las cifras que se han documentado en otro tipo de trabajadores, e.g. de la construcción o procesadores de baterías de automóviles.

En los estudios ocupacionales para determinar exposición ocupacional son parte importante los monitoreos ambientales del microambiente de trabajo, en esta caso, no se realizón un monitoreo con las características que se conocen en el ámbito industrial, pero dado que su microambiente laboral es el ambiente aéreo de la Ciudad de México, los datos reportados por la Red Automática de Monitoreo Ambiental de la Ciudad de México, reflejarían, indirectamente, la concentración del metal en ese microambiente laboral. Esto sin dejar de considerar las limitaciones de una medición como las reportadas por esta Red, de la que resalta, principalmente que no es una medición a nivel de piso.

Los despachadores de gasolina se exponen a un número importante de factores que son propiciadores de daños a la salud. En el presente estudio sólo se documenta la prevalencia de un indicador biológico de daño, pero la dimensión del problema de salud de estos trabajadores es muy amplio.

Como se ha acotado previamente, en el desarrollo de su vida laboral en esta actividad, se conjugan factores de riesgo ocupacionales entre los que podemos destacar el plomo; a la gasolina, que por sí misma es un contaminante altamente tóxico; al trabajo en espacios abiertos que los exponen a otros contaminantes aéreos, en especial en la Ciudad de México.

Entre algunos otros factores de exposición están aquellos mecánicos como pueden ser el equipo de trabajo, las condiciones estructurales de la gasolinera, el tráfico de vehículos dentro de la estación o bien otros propios de la subsistencia como son el consumo de alimentos dentro o en algún sitio fuera del ámbito laboral.

No se conoce el impacto de exposiciones cortas o largas a estos factores y en el presente estudio se ha logrado caracterizar a través de un indicador biológico la exposición a un sólo contaminante como es el plomo.

La actividad laboral de un expendedor de gasolina se caracteriza por ser un trabajo a destajo, los trabajadores se ven sometidos a jornadas donde el ritmo que se marca está en relación al número de vehículos-usuarios de la estación de gasolina y de los productos que logren comercializar durante la jornada de trabajo.

El número de trabajadores que reciben una percepción salarial fija no rebasa el 40%, de allí que la incorporación de trabajadores sin salario fijo dentro de una gasolinera va a generar competencia con los que sí perciben ese salario y por ende incrementar ritmos de trabajo.

El obtener ingreso económico en base a propinas asi como la incorporación de tareas agregadas al despacho de gasolina, como la comercialización de productos y otro tipo de tareas, facilita el trabajo a

destajo, arrastrando consigo un incremento en la intensidad del trabajo de los despachadores de gasolina.

La incertidumbre laboral que se genera por este tipo de relación de trabajo obliga también a un compromiso del trabajador por mantener en buen estado los bienes y asegurar, en alguna medida, la protección de los bienes y ganancias de la estación de servicio que son la fuente de ingreso personal.

La percepción de los daños a la salud, que bien pueden asociarse con el tipo de trabajo que desarrolla el despachador de gasolina, son un reflejo del desgaste del trabajador ante las condiciones de trabajo y vida cotidianas,[76] e.g. la prevalencia de diabetes mellitus o bien de algunos que bien pudieran estar en relación con la exposición crónica a plomo, e.g. hipertensión arterial.

La percepción de salud-enfermedad aquí reportada es un reflejo mínimo de la potencialidad de daño que tiene este tipo de actividad laboral, de aquí que sería necesario profundizar en el estudio de los efectos por la exposición crónica al metal por este grupo de trabajadores para elucidar el papel que juega este factor u otros del mismo proceso de trabajo en la patología detectada.

Aún con todas las características del proceso de trabajo gasolinero, existe una permanencia dentro del proceso aparentemente estable y es más un receptor de otros grupos de trabajadores u oficios que aquí encuentran ubicuidad e ingreso económico.

La potencialidad de riesgo para la salud de esta ocupación se ha mostrado en este trabajo a través del uso de un indicador biológico como es el plomo en sangre. En sí mismo, es un grupo obrero que tiene niveles de plomo en sangre por debajo de la norma ocupacional, lo que

no implica que este grupo ocupacional no se encuentre exento de riesgo por el metal.

Las medidas de prevención e intervención en este grupo ocupacional se pueden considerar en dos grandes escenarios: laboral y extralaboral. En el centro de trabajo se requiere de innovaciones tecnológicas y mejoría de la infraestructura tanto de la estación de servicio como del procedimiento de despacho de gasolina. Por otro lado, mejorar las condiciones de trabajo del despachador de gasolina, desde una remuneración fija hasta la dotación de equipo de protección personal, contribuirían a la mejoría de la calidad de vida del trabajador.

De acuerdo con la estadística en salud se tienen muy pocos casos de intoxicación plúmbica que indirectamente hablarían de mecanismos de control industrial para reducir las exposiciones, pero aún con todo ello queda mucho por realizar de tal manera que se pueda incidir en los procesos laborales para que la exposición del trabajador sea lo menos posible.

Cuando se habla de niveles de plomo y exposición ocupacional se espera que los efectos a la salud sean los descritos tradicionalmente como son el saturnismo o bien signos y síntomas asociados como cólico plúmbico, lineas de Burton o bien cuadros convulsivos, pero el desarrollo de la medicina del trabajo ha permitido que este tipo de daños sean vistos con menos frecuencia, dejando de lado los cuadros de daño subclínico que vistos a la luz de un costo social son de mayor relevancia.

Los estudios epidemiológicos de la relación niveles de plomo en sangre y daños subclínicos han mostrado que en la población con niveles de plomo en sangre como los detectados en el presente trabajo tiene consecuencias en el desempeño neuroconductual. Algunos grupos de

trabajo podrían aducir que este es un problema de mayor importancia en los niños más que en grupos obreros-adultos, pero valdría considerar que estos grupos de trabajadores tendrán a futuro efectos relacionados con la exposición a los contaminantes.

La intoxicación clínica y subclínica por plomo debe ser considerado como un problema de salud ocupacional que requiere de una información contínua, como todos aquellos problemas de salud ocupacional ligados a cualquier contaminante industrial.

La información con la que actualmente se cuenta representa sólo a grupos ocupacionales que estan afiliados a una institución de seguridad social, información que es valiosa por mostrar una parte del problema, pero que seguramente sólo registra una parte de estos eventos relacionados con plomo.

La instalación de un sistema de vigilancia epidemiológica ocupacional por industria, rama industrial y, ambiciosamente con un nivel nacional, permitiría tener información epidemiológica que oriente las acciones de control, prevención y normatividad en las áreas laborales.

Este sistema de vigilancia, entendido como recolección de información del evento en salud bajo vigilancia de manera sistemática, contínua y con análisis que sirva para proponer e implementar estrategias de control y prevención[77] permitiría conocer tendencias de factores de riesgo[78], condiciones de trabajo[79] o bien los efectos a la salud.

Dentro de este sistema de vigilancia es recomendable caracterizar el ambiente a través del monitoreo frecuente, el grado de exposición con los indicadores biológicos accesibles, que para el caso del plomo es el nivel de plomo en sangre y además hoy se habla de hacer una vigilancia del entorno psicotoxicológico ocupacional.

Incorporar sistemas de vigilancia en la industria significa introducir una estrategia global de información, capacitación además de prevención y control de riesgos y efectos a la salud en el ámbito ocupacional.

Finalmente, es deseable que se continuen con estudios en el ámbito ocupacional que documenten las exposiciones como los efectos de las mismas entre los grupos ocupacionales y además se incluyan propuestas de intervención que tiendan a disminuirlas. En este escenario que este trabajo sea una contribución a la información que en el ámbito de la salud en el trabajo se requiere.

XV. NOTAS Y REFERENCIAS

1 Chekoway H., Pearce N., Crawford-Brown D. Research methods in occupational epidemiology. Chapter. 7 Cross-sectional studies. Oxford U. Press. 1989. pp 202-231.

2 Vahter, M. Assessment of human exposure to lead and cadmium through biological monitoring. Stockholm:Karolinska Institute, 1982.

3 USA. CDC. EPIINFO. 1994.

4 Kazantis G. lead: Ancient metal - Modern menace? in: Lead Exposure and child development. An international assessment. Edited by M.A. Smith, L.D. Grant, A.I. Sors. Comision of European Communities and the US Environmental Protection Agency. Kluwer Acad. Pub. U.K. 1989. pp 119-128.

5 El uso de ciertos derivados de plomo fue frecuente en el siglo pasado con la incorporación del metal a algunos coloretes faciales a los que se les atribuye el producir el síndrome del mediano que provocaba una parálisis de la mano y que popularmente se conocía como la parálisis de las señoritas. En la actualidad algunos cosmeticos, en especial los delineadores de ojos conocidos como kohl contienen plomo y pueden contribuir a mantener niveles de plomo en el organismo si se utilizan de manera regular. Este tipo de cosmético es ampliamente utilizado en paises asiáticos y ha llegado a América hace no poco tiempo. (Parry C. Eaton J. Kohl: a lead hazardous eye makeup from the third world to the first world. Environ Health Perspect 94:121-123 (1991).

6 Settle D. M. Patterson . Lead in albacore: Guide to lead pollution in America. Science 207:1167-1176 (1980)

7 Hong Sungmin., Candelone Jean-Pierre, Patterson C., Boutron C. Greenland Ice evidence of hemispheric lead pollution two millenia ago by greek and roman civilizations. Science 265, 23 sept 1994: 1841-1843

8 Lead exposure of sensitive populations. In: Measuring lead exposure in infants, children and other sensitive populations. National Research Council. National Academy Press. Washington, USA, 1993.

9 Albert L., Badillo F. Environmental lead in Mexico. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology (117) 1991 pp 1 - 49

10 ILZST (International Lead and Zinc Study Group. 1984) Citado por Albert L. ref. 9

11 IMZPC (Instituto Mexicano del Zinc, Plomo y coproductos A.C.) (1987) Citado por Albert L. ref 9

12 Hernberg S. Lead. In: Occupational medicine. Principles and practical aplications. Edited by Carl Zens. year Book Medicine Pub. 1975. pp 715-769

13 Corey G.O., Galvao L. Plomo Serie Vigilancia Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS. OMS. Metepec, México 1989.

14 Rabinowitz M. Toxicokinetics of bone lead. 1991;91:33-37

15 Organización Mundial de la Salud. Métodos utilizados para establcer niveles admisibles de exposición profesionala los agentes nocivos. Informe Técnico 601. Suiza, 1977. p 6

16 Occupational safety and health standars. En:Maxcy-Rosenau-Last. Public Health and preventive medicine. Last-Wallace ed. 1992. p 587.

17 American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices 1994-1995. Cincinnati. 1994

18 Rappaport S.M. Threshold limit values, permissible exposure limits and feasibility:the base for exposure limits in the United States. Am J of Industrial Medicine. 1993; 23:683-694

19 Pocket guide toi Chemical hazards. National Institute for Occupational Safety and health. Centers for Disease Control and Prevention. US. Dept. of health and human services. DHHS (NIOSH) Pub. 94-116. 1994

20 Norma Oficial Mexicana. NOM 010-STPS. 1993. Diario Oficial 08/07/1994.

21 Norma Oficial Mexicana. NOM 033-STPS. 1993. Diario Oficial 12/11/1993.

22 Diario Oficial de la Federación. 3 diciembre 1994. México.

23 Intoxicación por plomo: de la detección a la prevención primaria. Rev Sal Pub Mex.1995 37(3) pp 264-276

24 Mushak P. Biological monitoring of lead exposure in children: Overview of selected biokinetics and toxicological issues. Lead Exposure and child development. An international assessment. Edited by M.A. Smith, L.D. Grant, A.I. Sors. Comision of European Communities and the US Environmental Protection Agency. Kluwer Acad. Pub. U.K. 1989. pp 129-145.

25 Hu H., Aro A., Rotnitzky A. Bone lead measured by X-ray fluorescence: epidemiologic methods. Environ Health Perspect 103 (Suppl 1):105-110 (1995).

26 Erkkilä J., Armstrong R., Chettle D., Paakari A., Scott M., Somervaille L., Starck J., Kock B., Aitio A. In vivo meausrements of lead in bone at four anatomical sites: long term occupational and consequent endogenous exposure. Bri J of Ind Med 1992; 49:631-644

27 Diario Oficial de la Federación. 12 enero 1987.

28 Legaspi J.A. Intoxicación por plomo en el ámbito ocupacional. en:Intoxicación por plomo en México: Prevención y Control. Ed. Mauricio Hernández Ávila y Eduardo Palazuelos R. Perspectivas en salud pública(21). INSP-DDF. México,1995 pp 129-161.

29 Landrigan P.J. Strategies for epidemiologic studies of lead in bone ocupationaly exposed populations Environ Health Perspec 1991;91: 81-86

30 Baker E.L., Landrigan P.J. BArbour A:G:, Cox D.H., Folland D.S., Ligo R.N., Throckmorton J. Occupational lead poisoning in the Unite States clinical and biochemical findings realted to blood lead levels. Br J Ind Med 36: 314-322 1979

31 Wennber A. Neurotoxic effects of selected metals. Scand J Work Environ Health 1994;20 special issue:65-71

32 Sharp D., Osterloh J., Becker Ch., et al Blood pressure and blood lead concentration in bus drivers Environ health Perspect 1988; 78:131-137

33 Wim L.A de Kort., Wim CM Zwennis. Blood lead and blood lead pressure: some implications for the situation in the Netherlands. Environ Health Perspect 1988;78:67-70

34 Lindbolhm ML., Sallmen M., Anttila A., Taskinen H., Hemminki K. PAternal occupational lead exposure and spontaneous abortion. Scand L Work Environ Health 1991; 17:95-103.

35 Thomas JA., Brogan WC. Some actions of lead on the sperm and on the male reproductive system. Am J Ind Med 1983; 4: 127-34

36 Assennato G., Molinini R., Paci C., et al Sperm count suppression without endocrine dysfunction in lead exposed men. Arch Environ Health 1987;42:124-127

37 Silbergeld E., Landrigan P., Froines J., Pfeffer R. The occupational lead standard: A goal unachieved, a process in need of repair. New solutions Spring 1991 pp 20-30

38 Romieu I., Palazuelos E., Hernandez Avila M., Rios C., Muñoz I., Jimenez C., Cahero G. Sources of lead exposure in Mexico City. Environ Health Perspect 1994; 102:384-389.

39 Hernandez-Avila M., Romieu I., Rios C., Rivero A., Palazuelos E. Lead-glazed ceramics as major determinants of blood lead levels in mexican women. Environ Health Perspect 1991; 94: 117-20.

40 Matte T., Proops D., Palazuelos E., Graef J., Hernandez Avila M. Acute high-dose lead exposure from beverage contaminated by traditional mexican pottery. Lancet 1994; 344: 1064-65

41 Parada, 1975 Citado por Albert

42 INCO, 1989. Citado por Albert

43 Diario Oficial.

44 Bruaux, citado por Albert.

45 Secretaria de Salud. Encuesta Nacional de Adicciones. Tabaco. México 1994.

46 Lara-Flores E., Alagón-Cano J., Bobadilla J., Hernandez-Prado B., Ciscomani-Begoña A. Factores asociados a los niveles de plomo en sangre en residentes de la Ciudad de México. Salud Publica Mex 1989; 31: 625-33.

47 Hans-Werner H., Filipiak B., Novak L., stoeppler M. Nonoccupational determinants of blood lead concentrations in a general population. International J of Epidemiology. 1992; 21:753-762

48 Rosner D., Markowitz G. A "Gift of God"?: The public health controversy over leaded gasoline during the 1920s. AJPH 1985 (75): 4 344-352

49 Reese E., Kimbrough R.D. Acute toxicity of gasoline and some additives. Environ Health Perspective 101 (suppl. 6): 115-131, 1993

50 Machle W. Gasoline intoxication. JAMA 1941;117(23):1965-71

51 PEMEX. Dimsinución del plomo en las gasolinas. Taller Sobre Normatividad de plomo. Nov.1990. (Doc. mimeo)

52 Lippman M. 1989 Alice Hamilton Lecture Lead and human health: Background and recent findings. Environ Res 51, 1-24 1990

53 Kaufman J., Burt J., Silverstein B. Occupational lead poisoning: It can be eliminated? AJ of Industrial Medicine 1994; 26:703-712.

54 El trabajo de Corey publica una lista amplia de estas actividades, aquí se describen algunas de la larga lista que el ilustra

55 Sharp D., Perkins C., Samuels S., Rosenberg J., Rudolph L. Lead use in California industry: Its prevalence and health implications. Am Ind Hyg Assoc J (52) Oct 1991: 409-416.

56 Hodgkins D.G., Robins T.G., Hinkamp D.L., Schork A., Krebs W. A longitudinal study of the relation of lead in blood to lead in air concentrations among battery workers. Bri J of Ind Med 1992; 49:241-248.

57 Gittleman J., Engelgau M., Shaw J., Wille K., Seligman P. Lead posioning aong battery reclamation workers in Alabama. JOM 36(5); 1994 pp 526-532.

58 Byung-Kook L., Choong-Won L., Kyu-Dong A. The effect of respiratory protection with biological monitoring on the health management of lead workers in a storage battery industry. Int Arch Occup Environ Health 1993; 65: S181-S184

59 Nunez C., Klitzman S., Goodman A. Lead exposure among automobile radiator repair workers and their children in New York City Am J of Ind Med 1993;23:763-777

60 Lussenshop DH., Parker DL., Barklind A., McJilton C. Lead exposure and radiator repair work. Am J Public Health 1989;79:1558-60.

61 Kun-Yu Ch., Jung-Der W. Increased lead absorption caused by working next to a lead recycling factory. Am J of Ind Med 1994; 26: 229-235

62 Waller K., Osorio A., Maizlish N., Royce S. Lead exposure in the construction industry:resultas from the California Occupational Lead Registry, 1987 through 1989. Am J Public Health, 1992;82:1669-71.

63 Gerwel B., Valiante D., Pescatore J., Stanbury M. Lead report in bridge construction workers. Am J Public Health, 1993;83:1054-5

64 Malkin R., Brandt-Rauf P., Graziano J., Parides M. Blood lead levels in incinerator workers. Environmental Research. 1992;59:265-270.

65 Steenland K., Selevan S., Landrigan P. The mortality of lead smelter workers: an update.Am J Public Health, 1992;82:1641-44

66 Michaels D., Zoloth S., Stern F. Does low-level lead exposure increase risk of death? a mortality study of newspaper printers. Int J of Epidemiology 1991; 20:978-83

67 Zhang W., Zhang Guo-Gao., He Han-Zhen., Bolt H. Early health effects and biological monitoring in persons ocupationally exposed to tetraethyl lead. Int ARch Occup Environ Health 1994; 65:395-399

68 Das M., Bhargava S., Kumar A., Khan A., Bharti R., Pantgey., Rao G., Pandya K. An investigation of environmental impact on health of workers at retail petrol pumps. Ann Occup Hyg 1991:35 (3);347-352

69 Lagorio S., Forastiere F., Iavarone I., Vanacore N.,Fuselli S., Carere A. Exposure assessment in a historical cohort of filling stations attendants. International Journal of Epidemiology 1993:22 (Suppl 2), s51-s56.

70 Jakobson R., Alhbom A., Bellander T., Lundberg I. Acute myeloid leukemia among petrol station attendants. Arch of Environ Health 1993:48(4); pp 255-259

71 Wongsrichanalai Ch., Delzell E., Cole P. Mortality from leukemia and other diseases among workers at a petroleum refinery. JOM 1989:31(2); pp 106-111

72 Rojas Piña A. Saturnismo Industrial en El hombre y el trabajo. Prensa Médica Mexicana, Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México, 1976.

73 García Martínez E., Junco Muñoz P et al. Efectos tóxicos por impurezas de plomo encontradas en fábricas de aluminio. Rev Med IMSS 1981; 19:561

74 Información estadística de salud en el trabajo. Instituto Mexicano del Seguro Social. México 1992.

75 Kleinbaum D.G., Kupper L.L., Morgenstern H. Epidemiologic research. Principles and quantitative methods. Van Norstrand Reinhold. New york USA.1982

76 Laurell A.C. Condiciones de trabajo y desgaste obrero. en: El obrero Mexicano. 2. Condiciones de Trabajo. Coord. Pablo González Casanova. Samuel León. Ignacio Marván. Siglo XXI. 1a. ed. México, 1984. 9-48

77 Baker E.L. Honchar P., Fine L. Surveillance in occupational illness and injury: concepts and content. AJPH 1989: 79ss;9

78 Froines J., Wegman D., Eisen E. Hazard surveillance in occupational disease.AJPH 1989: 79ss;26-31

79 Matte T., Baker E., Honchar P. The selection and definition of targeted work-related conditins for surveillance under SENSOR.AJPH 1989: 79ss;21-25.

TABLAS Y FIGURAS

Cuadro 1. Principales productores de plomo en el mundo.

PAIS	1983	1984	1985	1986	1987
CANADA	251.4	307.4	284.6	349.3	413.4
USA	465.4	334.5	424.4	348.2	318.3
USSR	560	570	580	520	510
AUSTRALIA	480.6	440.4	497.6	447.2	489.2
MEXICO	184.3	183.3	206.7	196.6	190
PERU	205	196	200	195	190

(TONS METRICAS)

Fuente:Albert, 1991

Cuadro 2. Ubicación y capacidad de las dos principales plantas de funcidión y refi
plomo en México.

Compañía	Capacidad (tons metricas)	
	Fundición	Refineria
Industrial Minera México, S.A.* 140 000	100 000	
Met-Mex Peñoles, S.A.**	180 000	180 000

* Construída para fundición en 1908; refinamiento en 1929.
** Construída para fundición en 1975; refinamiento en 1976.

Fuente:Albert, 1991

Cuadro 3. Distribución de la concentración de derivados alquílicos de plomo

	Concentración (ng/m3)		
Aire urbano	<6.0	-	206.0
Gasolineras	210.0	-	590.0
Estacionamientos subterráneos	1800.0	-	2200.0
Aire de áreas rurales	0.5	-	230.0

Fuente:Eco....

Cuadro 4. Producción de gasolina* en México. 1970-1989.

AÑO	MEXOLINA	SUPERMEXOLINA	GASOLMEX	PEMEX 100	EXTRA	I
70	3,235,124	25,030,948	18,072,005	3,976,687	0	
71	3,098,614	26,515,451	17,569,210	4,486,677	0	
72	2,959,164	26,715,605	21,950,040	3,825,648	0	
73	2,684,763	26,079,981	20,816,005	3,368,375	394,542	4,6
74	2,480,935	0	0	0	6,172,443	55,4
75	1,077,536	0	0	0	4,919,941	60,6
76	736,873	0	0	0	5,124,046	70,7
77	0	0	0	0	4,939,656	78,4
78	0	0	0	0	5,778,617	82,8
79	0	0	0	0	9,439,577	93,4
80	0	0	0	0	12,666,940	106,1
81	0	0	0	0	4,684,940	125,8
82	0	0	0	0	4,086,642	121,1
83	0	0	0	0	2,062,493	126,4
84	0	0	0	0	1,649,928	129,8
85	0	0	0	0	1,632,743	128,4
86	0	0	0	0	2,804,983	126,4
87	0	0	0	0	4,125,677	130,1
88	0	0	0	0	7,881,198	129,1
89	0	0	0	0	11,283,676	129,7
TOTAL	16,273,009	104,341,985	78,407,260	15,657,387	89,648,042	1,699,9

*Galones

Fuente:PEMEX, 1990

Cuadro 5. Contenido de tetraetilo de plomo en gasolinas mexicanas. 197

	TIPO DE GASOLINA					
	MEXOLINA	SUPER MEXOLINA	GASOL MEX	PEMEX 100	EXTRA *	NOVA **
AÑO						
70	3	2.7	2.8	3.9	0	
71	3	2.7	2.8	3.9	0	
72	3	2.7	2.8	3.9	0	
73	3	2.7	2.8	3.9	3.5	3.5
74	3	0	0	0	3.5	3.5
75	3	0	0	0	3.5	3.5
76	0	0	0	0	3.5	3.5
77	0	0	0	0	3.5	3.5
78	0	0	0	0	3.5	3.5
79	0	0	0	0	0.083	3.5
80	0	0	0	0	0.083	3.5
81	0	0	0	0	0.083	3
82	0	0	0	0	0.083	2.19
83	0	0	0	0	0.083	2
84	0	0	0	0	0.083	1
85	0	0	0	0	0.05	1
86	0	0	0	0	0.05	1
87	0	0	0	0	0.05	1
88	0	0	0	0	0.05	1
89	0	0	0	0	0.05	1
90	0	0	0	0	0.05	1

* A partir de 1986 se denomina Extra Plus
** A partir de 1986 se denomina Nova Plus
*** A partir de septiembre de 1990 sustituye a la extra plus y el contenido de plomo por especificación del distribuidor es 0.01 gr/gal. No se le adiciona plomo.

Fuente:PEMEX, 1990

Cuadro 6. Contenido de Tetraetilo de plomo en diferentes gasolinas. Comparación con otros países. 1990

GASOLINA	mlTEP/gal	gTEP/gal	gPb/gal	gTEP/l	gPb/
MEXICO					
Extra Plus	0.05	0	0.03	0.02	0
Nova Plus	1	1.65	1.06	0.43	0
USA					
premium	1.04	1.72	1.1	0.45	0
regular	1.04	1.72	1.1	0.45	0
sin plomo	0.05	0.08	0.05	0.02	0
CANADA					
premium	2.75	4.54	2.91	1.2	0
regular	2.75	4.54	2.91	1.2	0
sin plomo	0.05	0.08	0.05	0.01	0
regular s.p.	0.05	0.08	0.05	0.01	0
BRASIL					
grado uno	2.86	4.73	3.03	1.25	0
ESPAÑA					
extra	2.32	3.04	2.46	1.01	0
super (premium)	2.15	3.54	2.27	0.93	0
regular	1.72	2.84	1.02	0.75	0
VENEZUELA					
Premium	3	4.96	3.18	1.31	0
regular	3	4.96	3.18	1.31	0

Fuente:PEMEX, 1990

Cuadro 7. Distribución porcentual de los trabajadores según la estación de servicio seleccionada.

Estación.	n	Porciento
Tlatilco	28	10.0
Super carretera	22	7.9
Ulises	20	7.2
Rivera	19	6.8
Boulevares	18	6.5
Conscripto	18	6.5
Tecamachalco	16	5.7
Orcasa	14	5.0
Puente de Vigas	12	4.3
Comonfort	12	4.3
Vertiz	12	4.3
Sabino Aguirre	11	3.9
A.de Guadalupe	8	2.9
Sta. Lucía FAS	8	2.9
San Cristobal	8	2.9
Tizayuca	8	2.9
Coacalco	7	2.5
Butron	7	2.5
Estadio	6	2.2
B.C.	5	1.8
Tanques	3	1.1
Total	279	100.0

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 8. Distribución porcentual de los trabajadores según el antecedente laboral.

Ocupación.	n	Porciento
Estudiante	20	10.8
Trabajador de la construcción	17	9.1
Trabajador de gasolinera	15	8.1
Chofer	14	7.5
Vendedor ambulante	9	4.8
Taller	8	4.3
Fabricación de equipos industriales	7	3.8
Trabajador agrícola	7	3.8
Fabricación de textiles	4	2.2
Fabricación de muebles	3	1.6
Laboratorio	3	1.6
Fabricación de artesanías	2	1.1
Fabricación de vidrio	2	1.1
Ayudantes de soldador	2	1.1
Fabricación de plástico	1	0.5
Fabricación y preparación de alimentos	1	0.5
Obrero sin especificar rama	12	6.5
Empleado sin especificar actividad	35	18.8
Otros	24	12.9
Total	186	100.0

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 9. Distribución porcentual de los problemas de salud reportados por los trabajadores.

Problema médico.	n	Porciento
Enfermedad cardiovascular	5	29.4
Diabetes mellitus	3	17.6
Problemas gastrointestinales	3	17.6
Transtornos ópticos	2	11.8
Enfermedad respiratoria	2	11.8
Otros	2	11.8
Total	17	100.0

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 10. Distribución porcentual de los síntomas, signos y/o padecimientos reportados por los trabajadores.

Sígno / Síntoma	Porciento (n=107)
Cefalea	31.8
Hipertensión arterial	13.1
Calambre en miembros	9.3
Dolor abdominal frecuente	8.4
Astenia	6.5
"Se le hinchan los pies"	5.6
"Se le hinchan los ojos"	4.7
Parestesias en miembros superiores	4.7
Parestesias en miembros inferiores	3.7
Diabetes mellitus	3.7
Bronquitis crónica	2.8
Fosfenos	1.9
Constipación	1.9
Manchas en las encias	0.9
Acufenos	0.9

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 11. Factores de riesgo para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.

Factor.	Nivel de plomo en sangre >15 µg/dl	<=15 µg/dl	R.M.*	I.C. 95%
Antigüedad en el trabajo (años)				
10-35	26	37	4.92	2.05 - 11.97
5-9	19	66	2.02	0.84 - 4.91
>=5	45	103	3.06	1.42 - 6.73
1-4	11	77	1	
Pintado de la casa				
si	49	157	0.99	0.44 - 2.25
no	11	35		
Utiliza ollas de barro				
si	28	78	1.33	0.72 - 2.49
no	32	119		
Cocinan en ollas de barro				
si	25	69	1.34	0.71 - 2.51
no	35	129		
Guardan alimentos en ollas de barro				
si	14	36	1.34	0.63 - 2.83
no	46	159		
Fumar				
si	24	87	0.81	0.43 - 1.52
no	36	106		
Tráfico en la ubicación de la casa				
mucho	5	16	1.03	0.31 - 3.17
no	53	174		
Tiempo de transportación (horas)				
>= 2	2	12	0.47	0.07 - 2.46
no	26	73		

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 12. Análisis estratificado de la antigüedad en el trabajo con utilizar ollas de barro para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.

Factor.	Nivel de plomo en sangre >15 µg/dl	<=15 µg/dl	R.M.*	I.C. 95%
Antigüedad en el trabajo (años)				
>=5	45	103	3.06	1.42 - 6.73
1-4	11	77		
	Si utilizan ollas de barro			
>=5	23	37	5.59	1.61 - 21.32
1-4	4	36		
	No utilizan ollas de barro			
>=5	21	66	1.82	0.66 - 5.20
1-4	7	40		
RM de Mantel-Haenzel =	2.95		I.C. 95% = 1.39 - 6.73	

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 13. Análisis estratificado de la antigüedad en el trabajo con el cocinar en ollas de barro para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.

Factor.	Nivel de plomo en sangre >15 µg/dl	<=15 µg/dl	R.M.*	I.C. 95%
Antigüedad en el trabajo (años)				
>=5	45	103	3.06	1.42 - 6.73
1-4	11	77		
	Si cocinan ollas de barro			
>=5	20	70	4.70	1.31 - 18.40
1-4	4	31		
	No cocinan ollas de barro			
>=5	24	70	2.25	0.83 - 6.30
1-4	7	46		
RM de Mantel-Haenzel =	3.0		I.C. 95% = 1.41 - 6.77	

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 14. Análisis estratificado de la antigüedad en el trabajo con el guardar alimentos en ollas de barro para explicar los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.

Factor.	Nivel de plomo en sangre >15 µg/dl	<=15 µg/dl	R.M.*	I.C. 95%
Antigüedad en el trabajo (años)				
>=5	45	103	3.06	1.42 - 6.73
1-4	11	77		
	Si guardan alimentos en ollas de barro			
>=5	12	14	1.54	1.68 - 356.79
1-4	1	18		
	No guardan alimentos en ollas de barro			
>=5	32	87	2.13	0.92 - 5.05
1-4	10	58		
RM de Mantel-Haenzel =	2.97		I.C. 95% = 1.42 - 6.83	

Fuente: Cuestionario de campo.

Cuadro 15. Análisis de regresión múltiple de los factores de riesgo para los niveles de plomo en sangre del grupo estudiado.

Source	SS	df	MS
Model	3.41492768	7	.487846811
Residual	32.6039402	204	.159823237
Total	36.0188679	211	.170705535

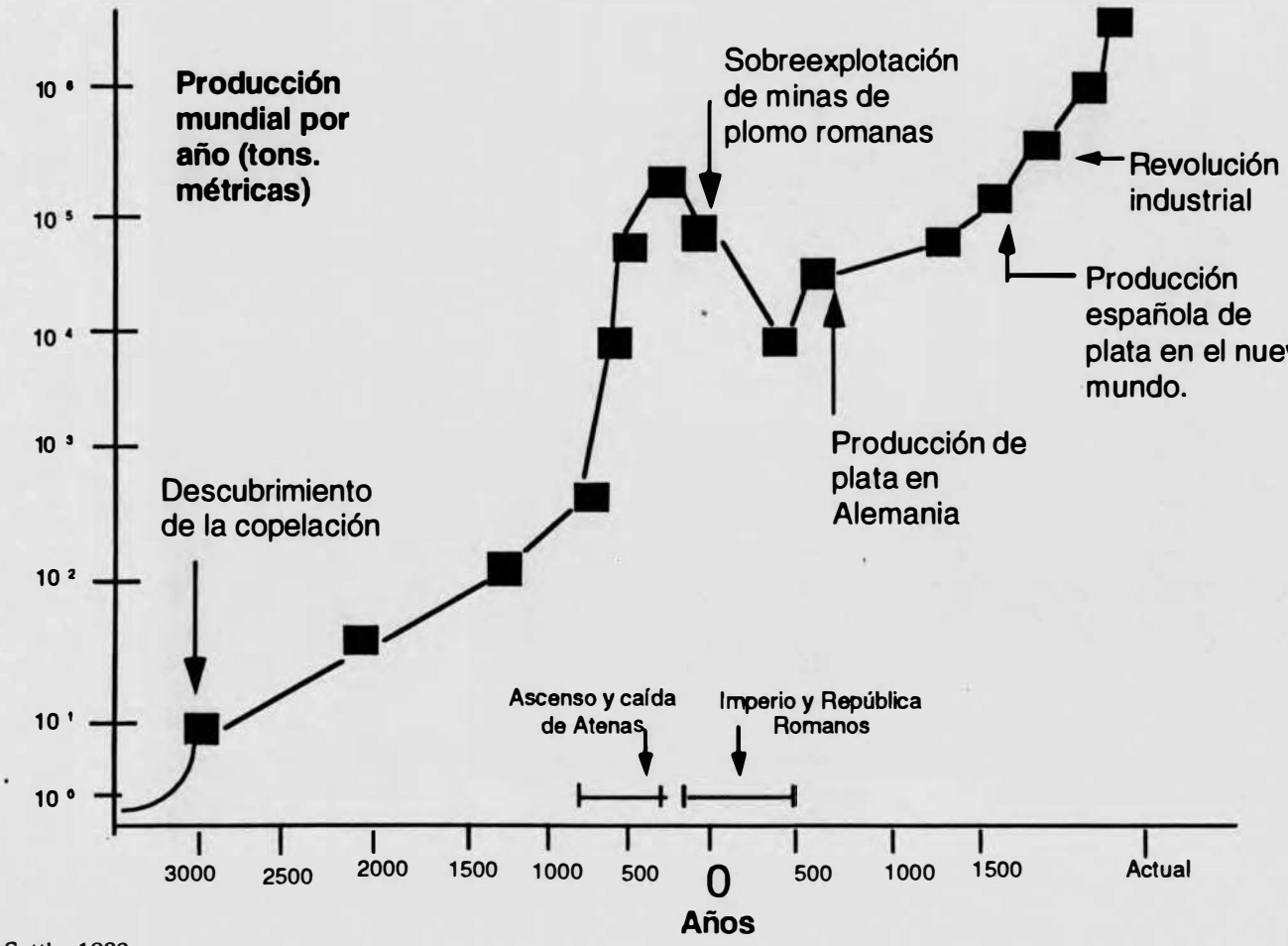
Number of obs =	212
F(7, 204) =	3.05
Prob > F =	0.0045
R-squared =	0.0948
Adj R-squared =	0.0637
Root MSE =	.39978

PBS	Coef.	Std. Err.	t	P>|t|	[95% Conf.	Interval]
v11d	.1598175	.1177438	1.357	0.176	-.0723333	.3919683
v12d	-.1049953	.1273083	-0.825	0.410	-.3560041	.1460134
v15ad	-.0255955	.0572585	-0.447	0.655	-.1384899	.0872989
v21d	-.0548741	.1002269	-0.547	0.585	-.2524875	.1427393
ANTIGUE	**.2453677**	**.0563492**	**4.354**	**0.000**	**.1342663**	**.3564691**
v23hrec	-.0895683	.0566435	-1.581	0.115	-.2012502	.0221135
v13d	.0107331	.0933478	0.115	0.909	-.1733172	.1947833
_cons	.1300203	.0567281	2.292	0.023	.0181718	.2418689

v11d= Utiliza barro vidriado
v12d= Cocina con barro vidriado
V15ad= Fuma
v21d= Tipo de tráfico en casa
v23hrec= Tiempo de traslado al trabajo
V13d= Guarda alimento en barro vidriado
Antigue= Antigüedad en el trabajo.

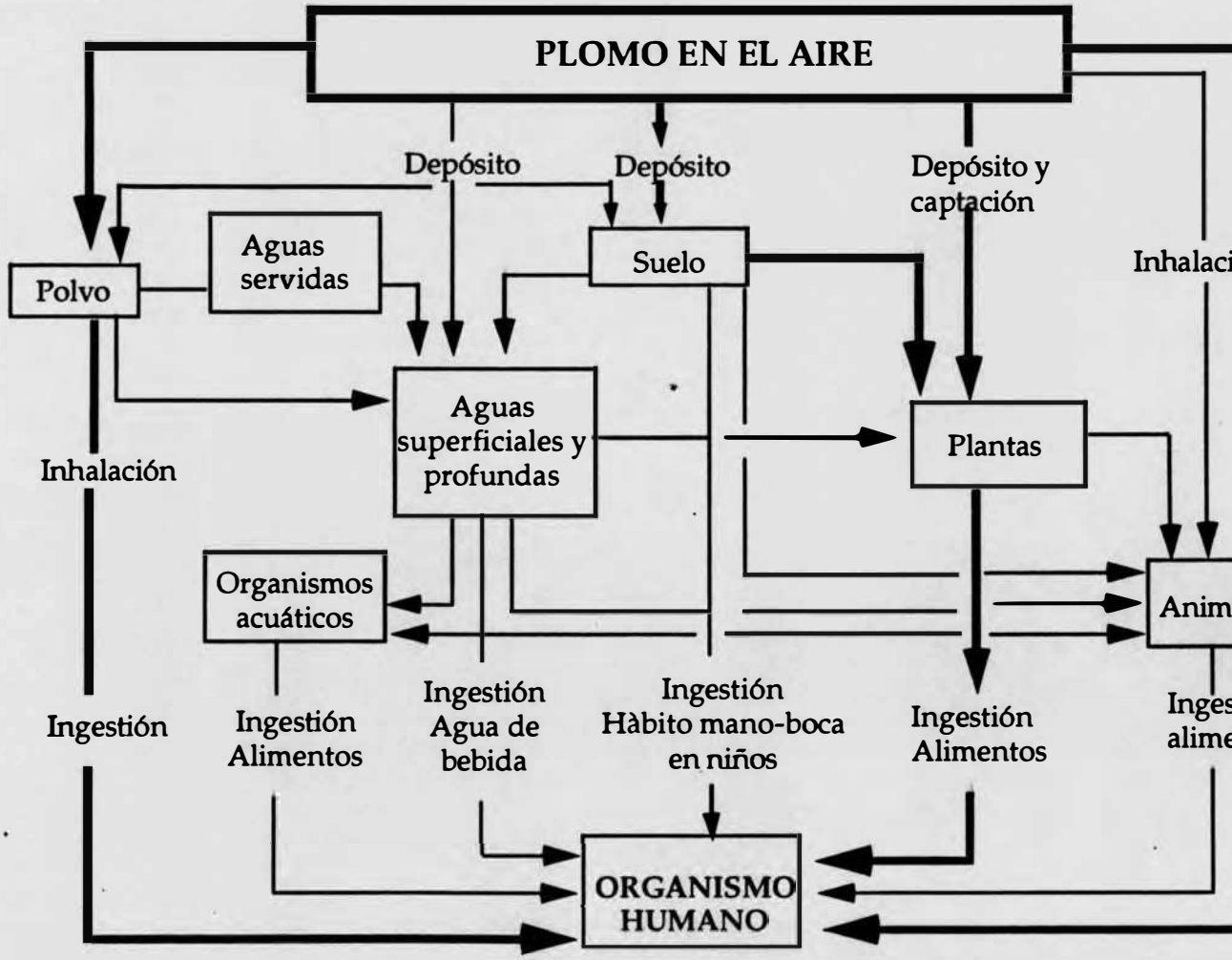
Fuente: Cuestionario de campo.

Fig 1. Historia de la producción de plomo.



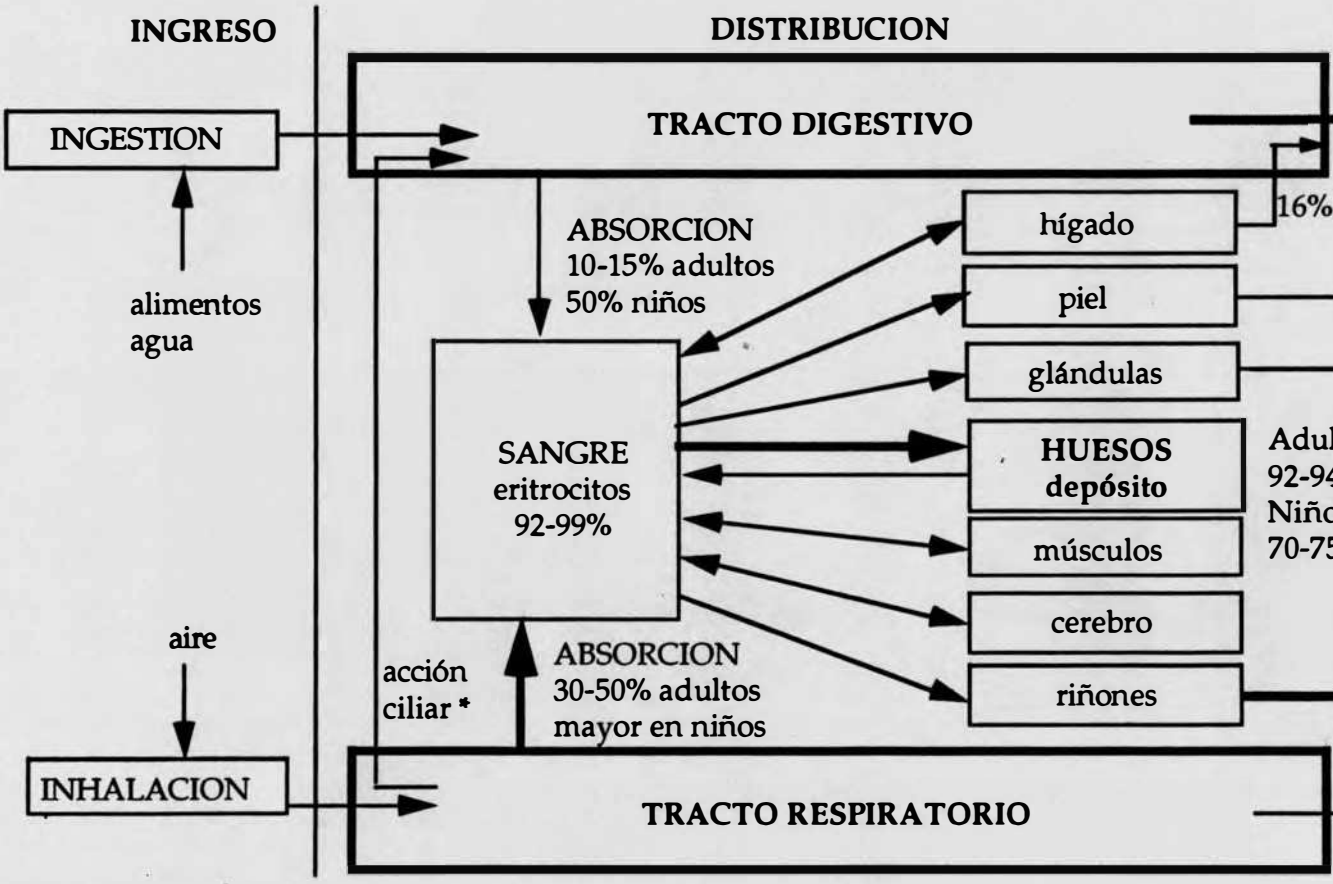
Settle, 1980

Fig. 2. Plomo atmosférico y aporte al organismo humano.



Corey, 1989

Fig. 3. Vías de absorción, distribución y eliminación del plomo en el o
humano.

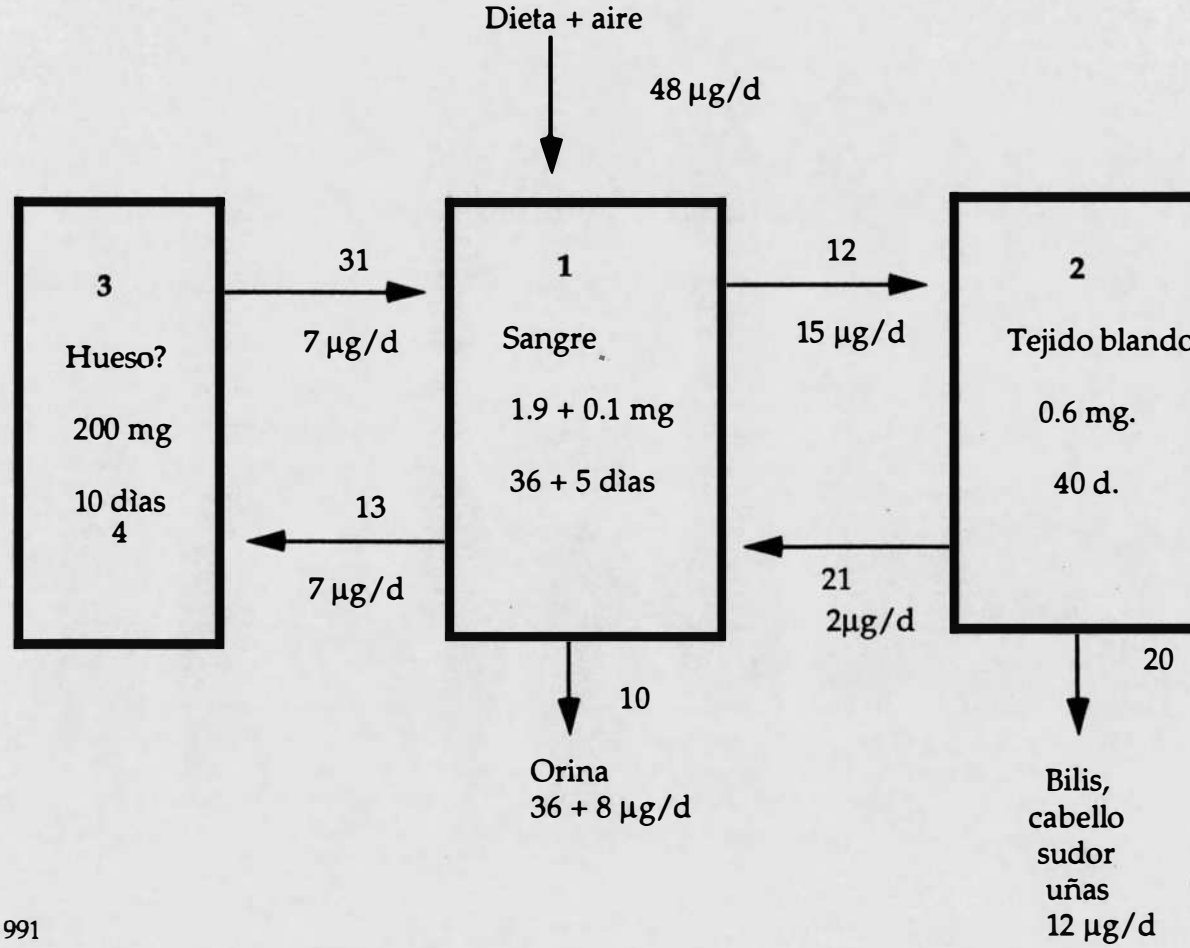


* Puede deglutirse hasta un 40% del plomo inhalado como partículas de diàmetro mayor

** Implica secreciones gastrointestinales que incluyen la bilis

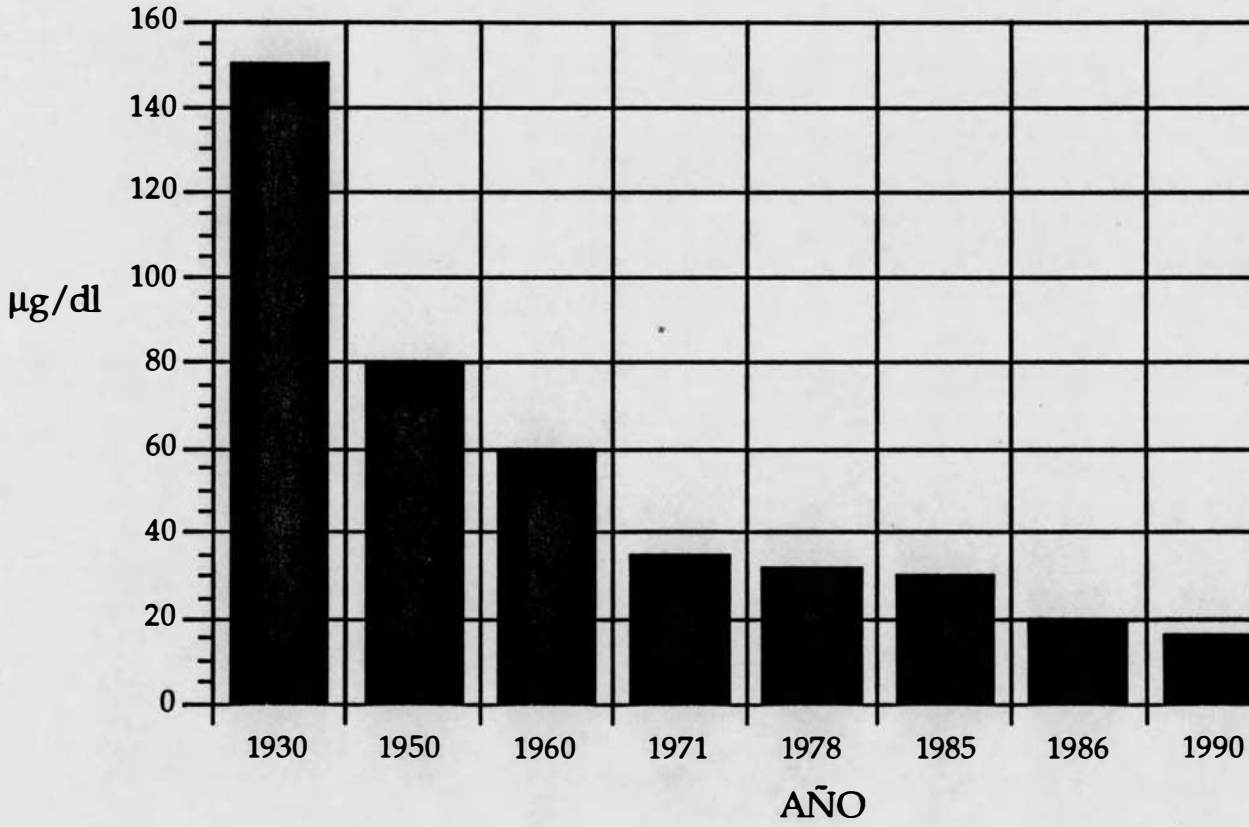
Corey,

Fig. 4. Modelo del metabolismo del plomo.



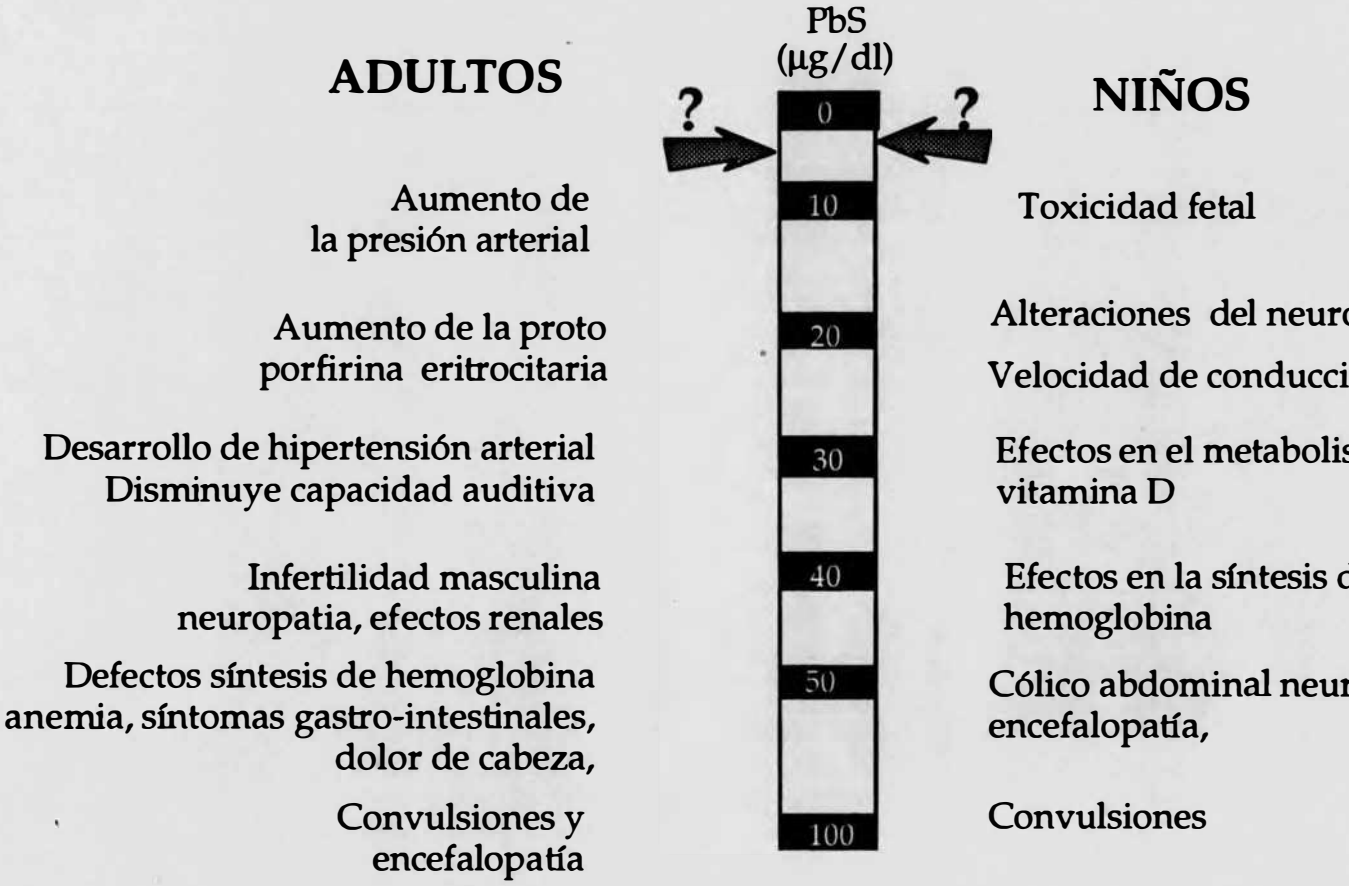
Rabinowitz, 1991

Fig 5. Tendencia de los límites para niveles de plomo en sangre de población



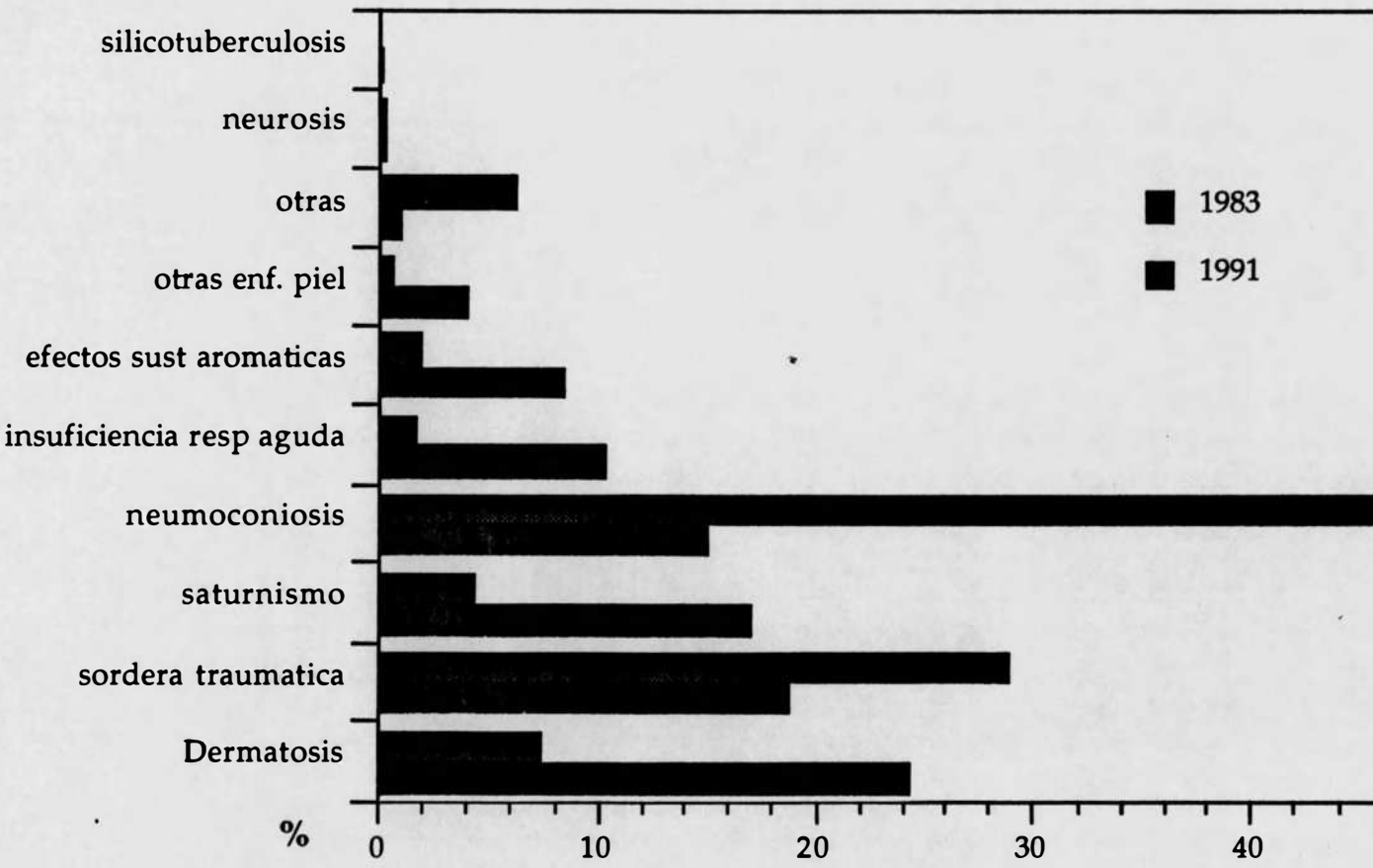
Fuente: ATSDR. 1994

Fig 6. Niveles de plomo en sangre y daños a la salud en población adult



Fuente: ATSDR. 1994

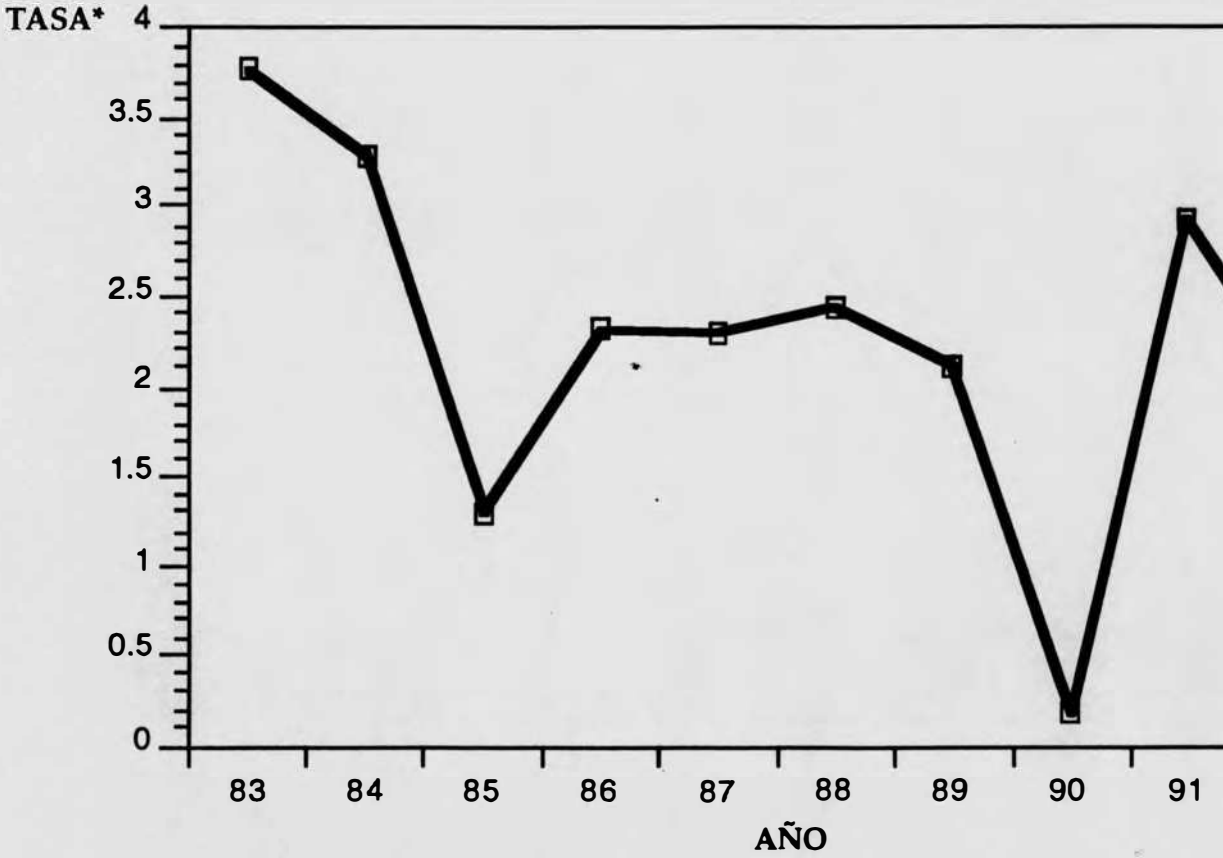
Fig 7. Principales enfermedades del trabajo registradas en la República M



Fuente: Información Estadística sobre Riesgos del Trabajo. IMSS, 1992

Fuente:IMSS, 1992.

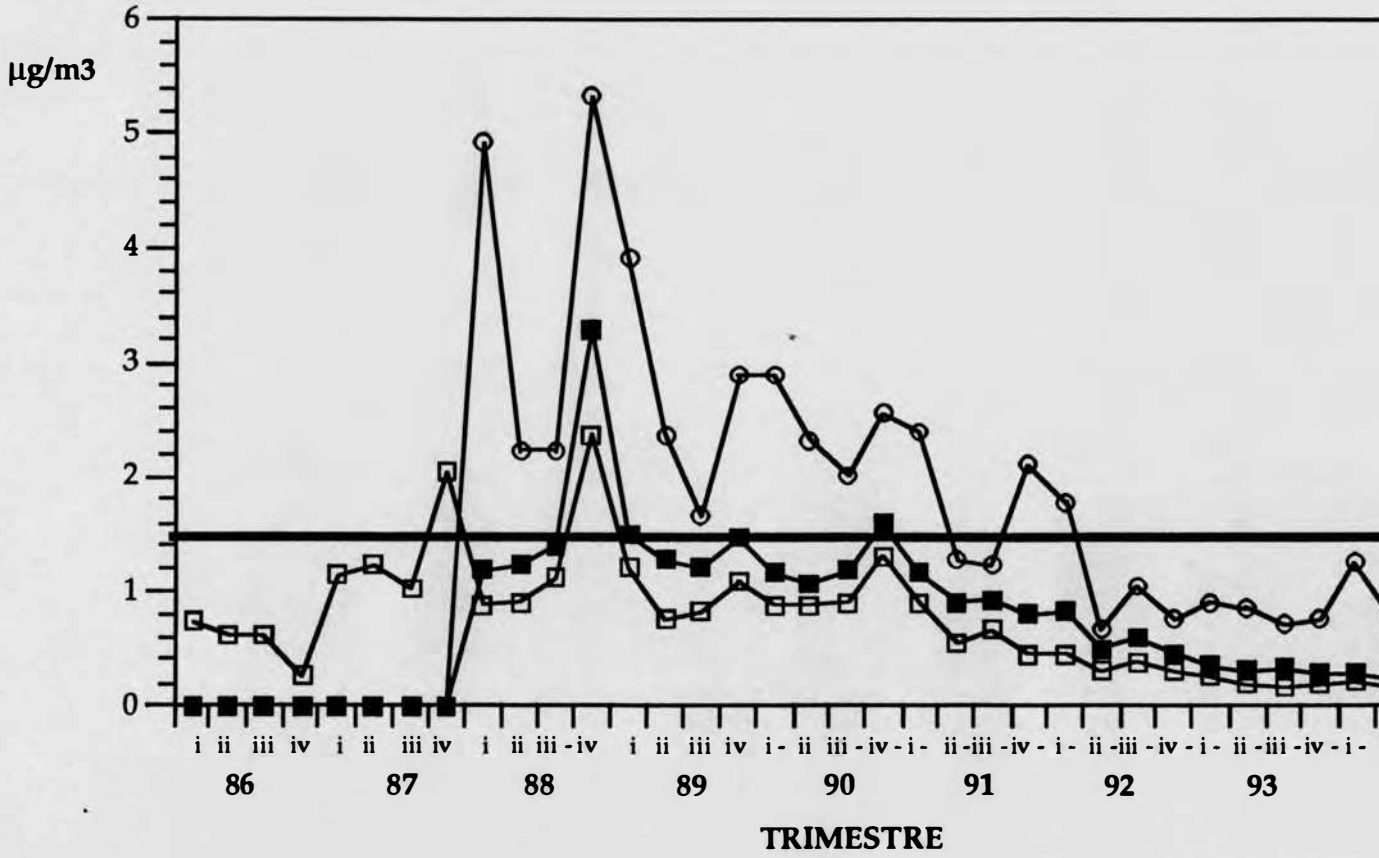
Fig 8. Tendencia de la Incidencia de Saturnismo en la República Me



* Tasa por 100 000 trabajadores bajo seguro de riesgo de trabajo.

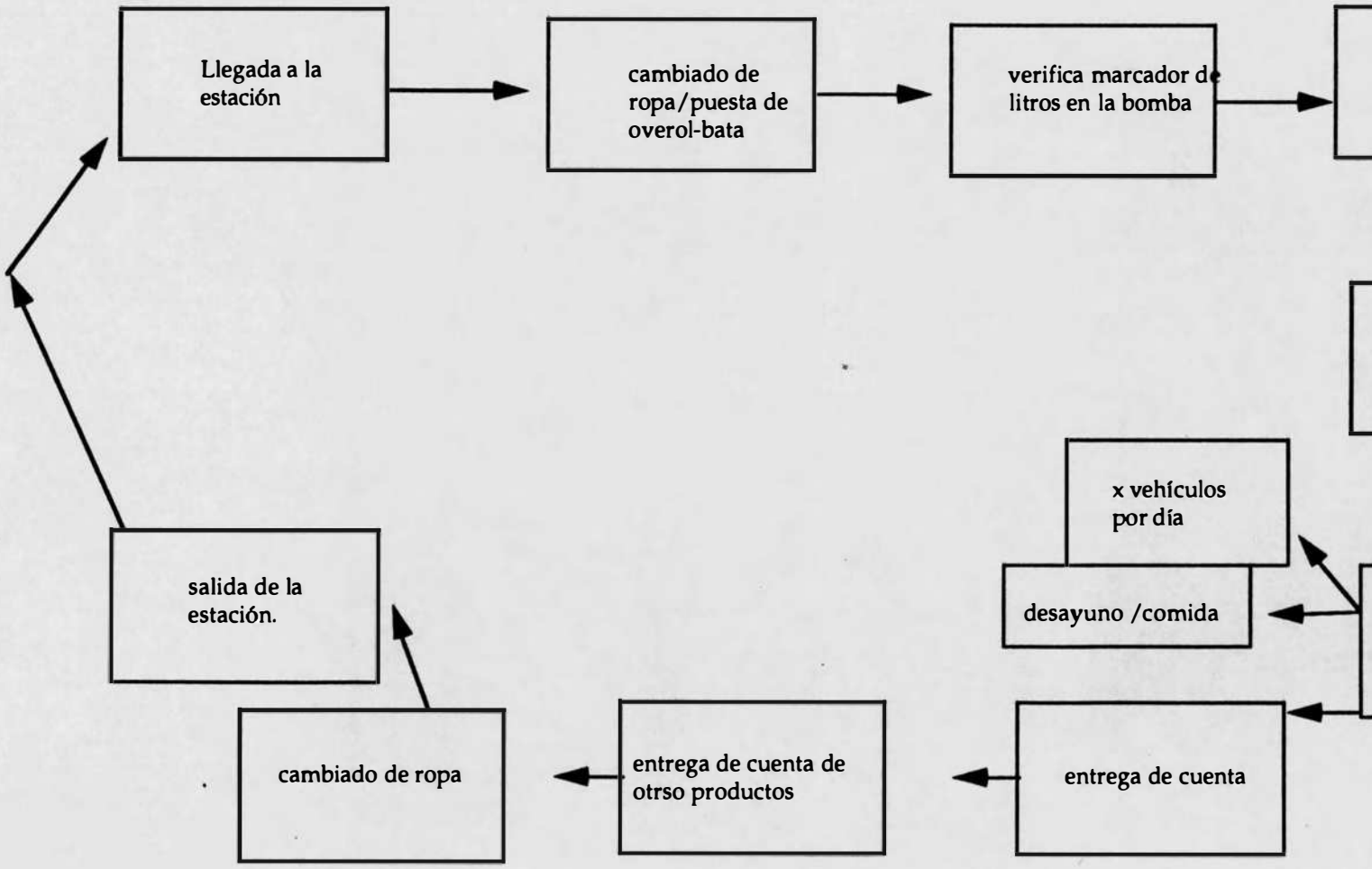
Fuente:IMSS, 1992.

Fig 9 . Niveles de plomo trimestral en tres zonas de la ZMCM. 198



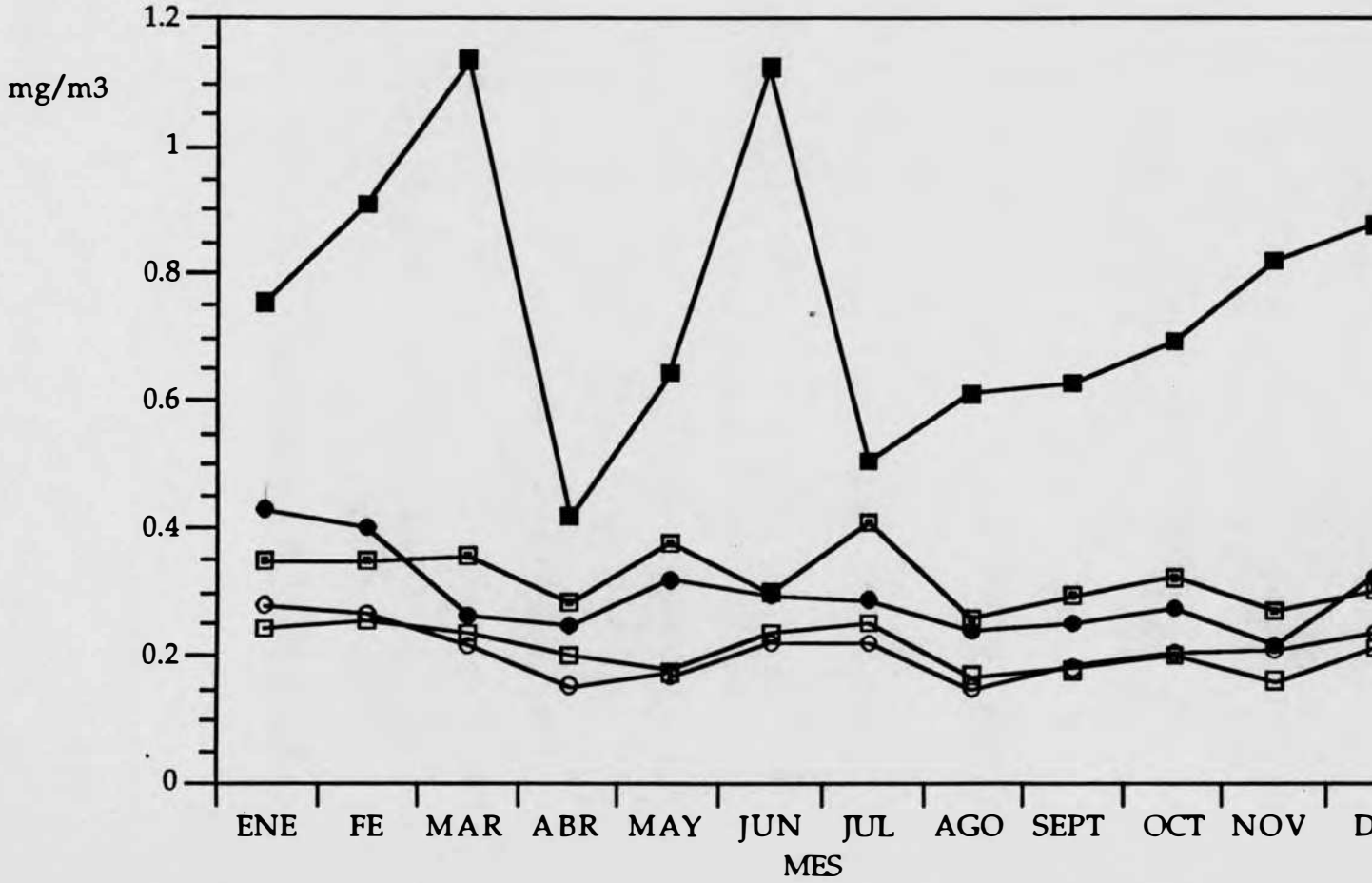
*** Concentraciones en: µg/m³**
Fuente: Red Automática de Monitoreo Ambiental, DDF. 1993

Fig. 10 Proceso de trabajo del expendedor de gasolina.



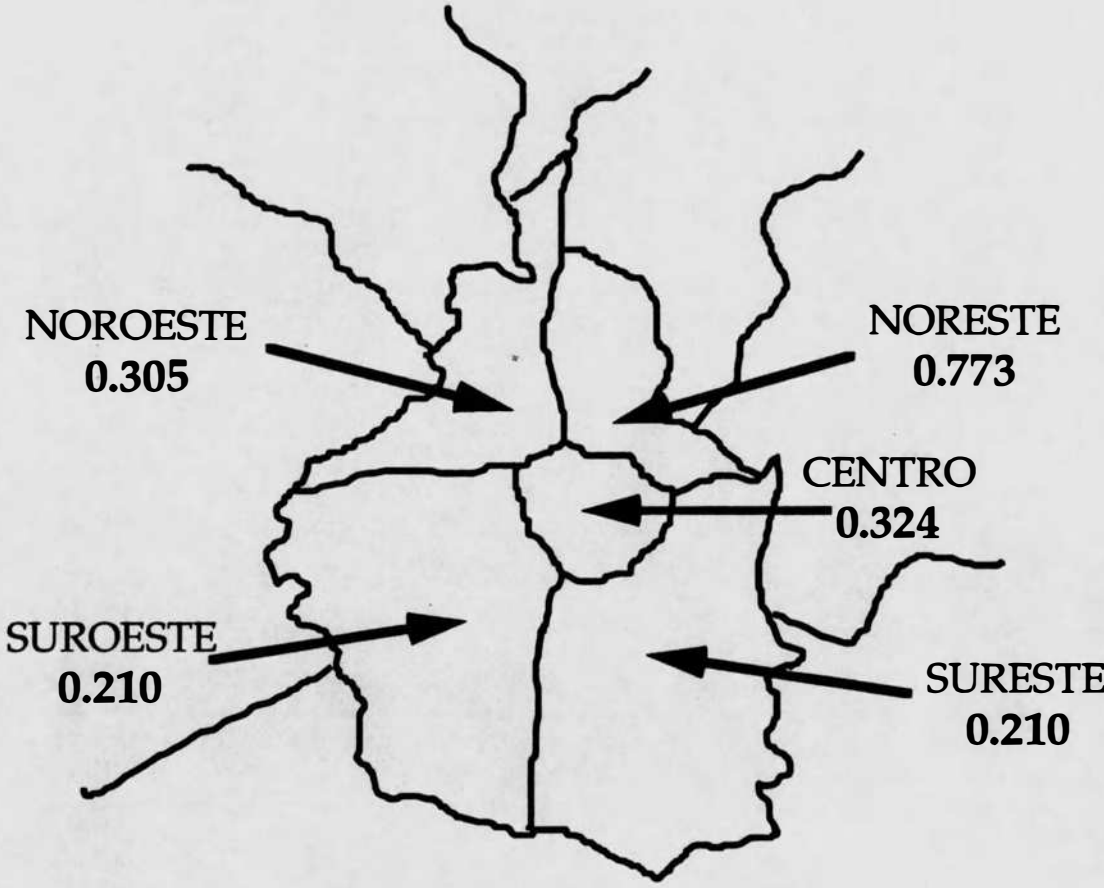
Fuente:Estudio.

Fig. 11 Tendencia de promedios mensuales de la concentración de plomo en ZMCM. 1993



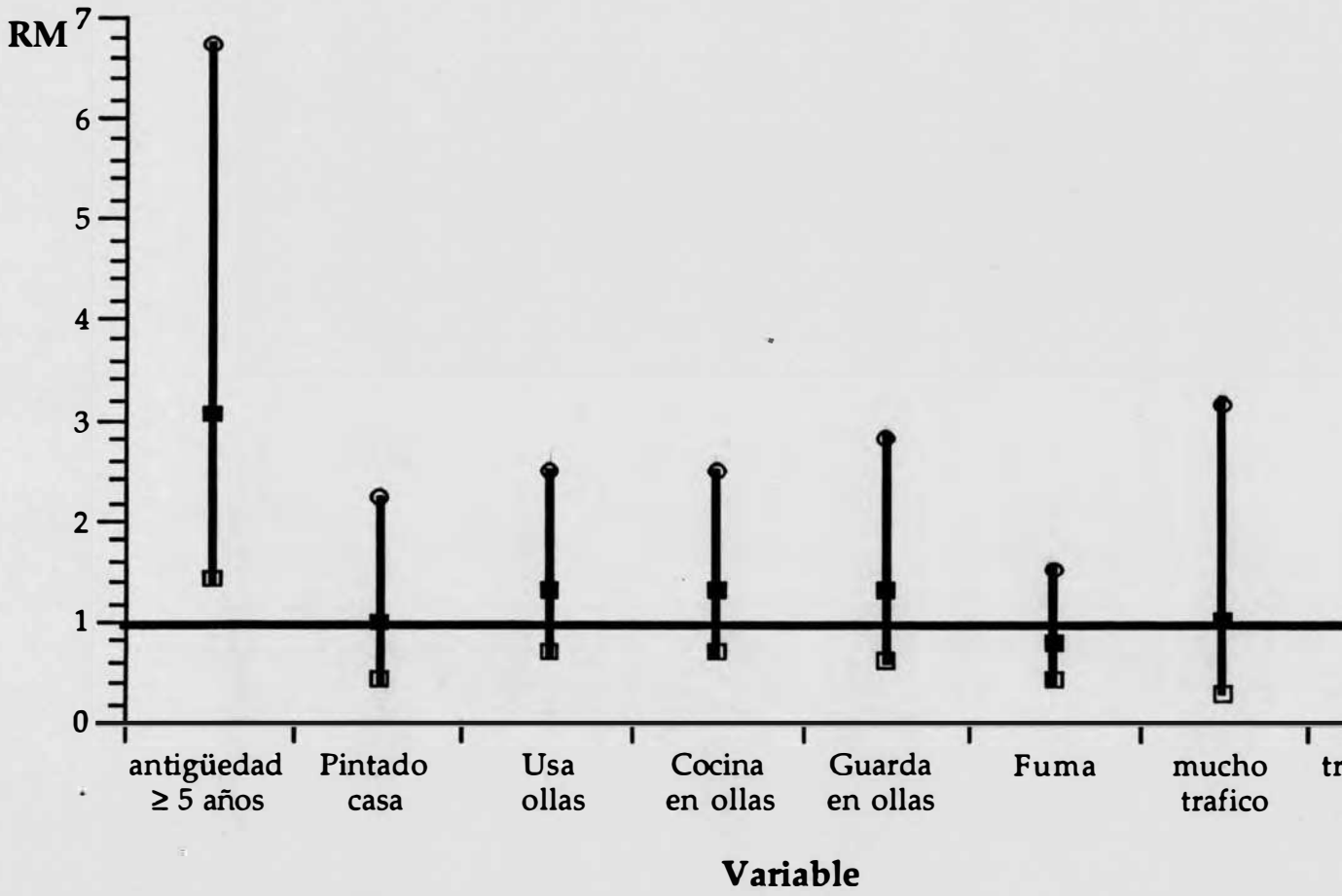
Fuente:Red Automàtica de Monitoreo ambiental. 1993

Fig. 12 Concentraciones promedio de plomo en aire en la zona metropo
ciudad de México. 1993



* Concentraciones en: μg/m³
Fuente: Red Automática de Monitoreo Ambiental, DDF. 1993

Fig 13. Factores de riesgo (R.M.;I.C.$_{95\%}$) de los niveles de plomo en sa
trabajadores de gasolineras. 1993.



Fuente:Análisis del estudio.

ANEXO 1

CUESTIONARIO DE EXPOSICIÓN.

1. Folio _____

2. Local _____

3. Nombre _____

4. Dirección _____

5. Fecha de nacimiento _____

6. Teléfono _____

7. Desde cuando trabaja en la gasolinera? _____

   7.1 Cuanto tiempo trabaja? _____

   7.2 Se baña en el trabajo? SI ( ) NO ( )

   7.3 Cambia su ropa en el trabajo? SI ( ) NO ( )

8. Trabajo anterior. _____

9. Ha pintado su casa? SI ( ) NO ( )

10. Cuando? _____

11. En su casa utilizan ollas de barro? SI ( ) NO ( )

12. Cocinan en ollas de barro? SI ( ) NO ( )

13. Guardan alimentos en ollas de barro? SI ( ) NO ( )

14. La ropa de trabajo se lava:

    14.1 casa ( )
    14.2 trabajo ( )
    14.3 fuera ( )

15. El agua llega a su casa?

15.1 tuberia ( )
15.2 pozo ( )
15.3 llave comun ( )
15.4 acarreada ( )

16. Fuma Ud? SI ( ) NO ( )

17. Cuantos miembros hay en su familia? _____

18. Casado? SI ( ) NO ( )

19. Tiene hijos? SI ( ) NO ( )

20. Cuantos? _____

21. La calle de su casa tiene tráfico?

21.1 mucho ( )
21.2 poco ( )

22. Para transporte usa:

22.1 metro ( )
22.2 combi ( )
22.3 suburbano ( )
22.4 ruta 100 ( )
22.5 auto ( )
22.6 otro ( )

23. Cuanto tiempo hace de su casa al trabajo? _____

24. Tiene medico personal SI ( ) NO ( )

25. Tiene seguro social? SI ( ) NO ( )

26. Padece Ud?

1. Hipertensión..... ( )
2. Diabetes..... ( )
3. Tuberculosis..... ( )
4. Bronquitis..... ( )
5. Dolor abdominal frecuente..... ( )
5. Dolor de cabeza frecuente ..... ( )
6. Se le hinchan los pies..... ( )
7. Se le hinchan los ojos..... ( )
. Tiene Calambres ..... ( )
8. Se le duermen las piernas..... ( )
9. Se le duermen los brazos y las piernas..... ( )
10. Ha notado manchas en sus encias..... ( )
11. Constipación..... ( )
12. Cansancio sin razón..... ( )
13. Zumbido de oidos..... .( )
14. Manchitas en su vista..... ( )
15. Un poco de sordera..... ( )

27. Ha sido hospitalizado? SI ( ) NO ( )

27.1 En donde _____

27.2 sabe porque? _____

28. Toma Ud. medicamentos? SI ( ) NO ( )

28.1 vitaminas SI ( ) NO ( )

28.2 cuales? _____

29. Tiene algun problema medico? SI ( ) NO ( )

29.1 Cual? _____

ANEXO 2

TÉCNICA PARA LA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA SANGUÍNEA PARA EL ANÁLISIS DE NIVELES DE PLOMO EN SANGRE.

1. Lavado del área de punción con agua y jabón, enjuagando con agua de manera abundante y limpieza final con torunda estéril. En este caso el sitio de punción fue el pliegue de la articulación húmero-cubital. El jabón se mantuvo cubierto mientras no se utilizaba para evitar contaminación aérea.

2. Se utilizó el procedimiento de punción venosa, evitando durante la colección de la sangre la hemólisis; la cantidad mínima colectada fue de 3 ml en tubos al vacío con anticoagulante y libres de plomo, con identificación para cada uno de los trabajadores.

3. Al colectar la muestra de sangre se agitó por inversión para lograr una adecuada combinación con el anticoagulante.

4. Después de colectadas fueron colocadas en un termopack con hielo y enviadas al laboratorio.

5. Se verificó que las agujas utilizadas para el procedimiento de toma de muestra no tuvieran puntos de soldadura de plomo. Asimismo se envío un tubo vacío para su correspondiente análisis y verificación de estar libres de plomo.