

MINISTERIO DE SALUD

DIGESA

ESTUDIO DE PLOMO EN SANGRE EN UNA POBLACION SELECCIONADA DE LA OROYA

(Noviembre del 23 al 30 de 1999)



Lima - Perú

PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO

Ministerio de Salud – MINSA - Lima - Perú
Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA

A. Administradores Principales

Ing. Jorge Villena Chávez - Director General
Ing. Juan Narciso Chávez - Director General Adjunto
Dra. Ana María González del Valle Begoza - Directora de la Dirección Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente
Dra. María del Carmen Gastañaga Ruiz - Asesora Técnica de la Dirección General en Epidemiología y Toxicología Ambiental

B. Equipo de Trabajo

Blga. Shirley Moscoso Reátegui - Coordinadora del Proyecto
Lic. Enf. Laura Nayhua - (Apoyo Financiamiento y responsable del diseño estadístico) OGE
Ing. Edy Rojas Urgadini - Directora de la DESA
Ing. Georgina Ortiz Pilco - Jefe de Lab. Físicoquímico- DIGESA
Lic. Psic. Juan Cossio Brazzan - Director de Protección Salud de los Trabajadores
Lic. Psic. Liliana Vigil Romero - Asistente de Medicina del Trabajo
Med. Luis Li Palacios - Asistente de Medicina del Trabajo -DIGESA
Tec. Med. Reyna Carrasco - Jefe de Laboratorio Clínico - DIGESA

C. Apoyo en Asesoramiento Técnico

Med. Rolando Medina Chávez - Jefe de Medicina del Trabajo

D. Apoyo Asesoramiento en Estadístico

Lic. Luz Carbajal Arroyo - Asesoría
Bach. Ing. Fredy Huaracaya - Asistente

E. Personal Profesional y Técnico de Campo

Personal	Actividad
<i>Ing. Qco. Adela Vega</i>	<i>Toma de Muestra de Sangre y Análisis - DIGESA</i>
<i>Téc. Lab. Celia Niño</i>	<i>Toma de Muestra de Sangre y Análisis - DIGESA</i>
<i>Tec. Med. Nancy Malca</i>	<i>Toma de Muestra de Sangre - DIGESA</i>
<i>Tec. Lab. Miriam Meza</i>	<i>Toma de Muestra de Sangre - DIGESA</i>
<i>Tec. Hermelinda Pizarro</i>	<i>Toma de Muestra de Agua- DESA- Junín</i>
<i>Lic. Anani Basaldua</i>	<i>Coordinadora de OGE - Junín</i>
<i>Personal Del Centro de Salud de La Oroya de la DESA y OGE de Huancayo</i>	

**ESTUDIO DE PLOMO EN SANGRE EN UNA POBLACION
SELECCIONADA EN LA OROYA
(Noviembre 23 al 30 de 1999)**

INDICE

CONTENIDO	Páginas
RESUMEN EJECUTIVO	
INTRODUCCIÓN.....	1
RESEÑA HISTÓRICA.....	2
PREFACIO.....	3
I GENERALIDADES.....	5
1.1 Características del Plomo y Usos.....	5
1.2 Fuentes y Vías de Exposición	6
1.3 Efectos del Plomo en la Salud	7
1.4 Población Vulnerable	9
1.5 Características Generales de la Oroya	10
1.6 Evaluaciones Ambientales de Plomo Realizadas por la DIGESA.....	12
II OBJETIVOS.....	13
III METODOLOGIA	14
3.1. Población en estudio.....	14
3.2 Fuentes de información.....	14
3.3 Etica	14
3.4 Medidas de peso y talla	14
3.5 Determinación de plomo en sangre.....	15
3.6 Análisis de Datos	15
IV RESULTADOS	17
4.1 Características de la población infantil	17
4.1.1 Niveles de plomo en sangre según la edad	17
4.1.2 Niveles de plomo en sangre según localidad	17
4.1.3 Niveles de plomo en sangre según centros seleccionados.....	18
4.1.4 Fuentes de Exposición al plomo.....	19
4.1.5 Exposición al plomo ambiental asociado al comportamiento.....	21
4.2 Características de la población.....	21
4.2.1 Niveles de plomo en sangre según la edad	21
4.2.2 Niveles de plomo en sangre según localidad.....	22
4.2.3 Grado de instrucción.....	22
4.2.4 Estado civil.....	22
4.2.5 Fuentes de exposición al plomo	22
DISCUSION.....	23
CONCLUSIONES.....	26
RECOMENDACIONES.....	27
ANEXOS	
Tablas y Gráficos	
Fotos	
Formatos (hojas de ruta, autorización y encuesta)	

ESTUDIO DE PLOMO EN SANGRE EN LA POBLACION SELECCIONADA DE LA OROYA

(Noviembre de 23 al 30 de 1999)

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

El plomo constituye un peligro para la salud y en los niños compromete el desarrollo intelectual. Los efectos a largo plazo, en términos de productividad futura, significa que los ingresos para estas personas y la calidad de vida serán devastadoras. Las consecuencias para la sociedad, incluyen un incremento en el costo del cuidado de la salud, reducción de la productividad nacional y pérdida de la competitividad nacional; afectando en consecuencia el desarrollo sostenible. A nivel internacional la preocupación se manifestó por primera vez en la Cumbre de las Américas, donde los Jefes de Estado, establecieron acuerdos para trabajar en el Retiro del Plomo de la Gasolina. En nuestro país por Resolución Suprema N° 057-97 MTC se constituye la Comisión Multisectorial para la Gestión y Coordinación del Programa del Mejoramiento de la Calidad del Aire y Retiro del Plomo de la Gasolina. El Ministerio de Transportes, Vivienda y Construcción a través del Viceministro de Vivienda y Construcción, tuvo a su cargo la coordinación de la Coordinación de la Comisión, la que fue asistida por Comisiones Técnicas de los Sectores de Transporte, Minería y Salud, para apoyar el desarrollo de las Actividades contempladas en dicho Programa, vinculadas a las áreas de Normativa, Especificaciones de Combustible, Calidad del Aire y Monitoreo Ambiental, estas dos últimas áreas coordinadas por el sector Salud a través de la DIGESA.

En concordancia con lo anteriormente expuesto, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), propone la realización de estudios de plomo en sangre en zonas de mayor desarrollo urbano y por el tamaño del parque automotor. Los estudios se inician en la ciudad de Lima y Callao. Con los resultados obtenidos en una zona del Callao, se evidenció que las fuentes eran los depósitos de concentrados de minerales, cercanos a las viviendas y centros educativos, los que provienen del centro del país.

El Perú es un país minero por excelencia y la Oroya es el centro metalúrgico más grande y antiguo de fundición y refinación. Más del 50 % de los concentrados de minerales que llegan al Callao proceden de la Oroya. En razón de lo anteriormente expuesto, la DIGESA realiza el Estudio de Plomo en Sangre en una Población Seleccionada de La Oroya, durante los días 24 al 30 de noviembre de 1999. El objetivo principal fue establecer los niveles basales de exposición a plomo para posteriormente evaluar los cambios en los niveles de plomo en sangre asociados con las medidas de control y seguridad industrial así como de control ambiental.

Es de esperar que la población que vive en la Oroya, presente valores iguales o superiores a los presentados en el Callao ya que además, están expuestos a las partículas emitidas durante el proceso de fundición y refinación permanente.

La ciudad de La Oroya tiene una superficie de 388.420 Km.², está situada a una latitud Sur de 11°31'03" y longitud de Oeste de 75°17'15" y a una altura de 3,745 m.s.n.m. Se encuentra a 125 kilómetros de distancia de Huancayo, su clima estriba entre <5°C y 17 °C siendo la temperatura promedio de 14°C.

La población total de la Oroya es de 33 043 habitantes, de los cuales 4 000 son trabajadores de la Fundición, la población menor de 10 años es lo conforman el 24.35% (8 045 háb.) y la densidad poblacional es de 68,95. En relación a los centros de educación primaria e inicial, cuentan con 22 de nivel primario y 21 de nivel inicial y una población estudiantil de 21,8%. La población analfabeta es del 6,81% (2,732 háb.) de los cuales 18,3% son hombres y el 81,7% son mujeres.

En la Oroya existen dos empresas que abastecen de agua a la población una es la empresa Municipal EMSAPA que abastece de agua a parte de la población y la otra es la empresa DOE RUN. La primera capta el agua del riachuelo y manantial denominado Shincamachay, mientras que el segundo la capta el agua del río Thisgo. La Empresa Municipal tiene 1 390 conexiones domésticas, 16 piletas públicas, 292 conexiones comerciales y 42 conexiones estatales (educación y salud). La empresa DOE RUN tiene 6 536 conexiones, abasteciendo al 30 % de la Población (Trabajadores de la Empresa DOE RUN). Presentan servicio de agua y desagüe el 38,2% (12,628 háb.) de la población presenta y sólo con servicio de agua el 15,7% (5,188 háb.). La mayor parte de la población se dedica al a actividad minera y la restante al comercio y transporte.

El 32% del casco urbano presenta pistas y el 22% veredas. En relación al parque automotor el 80% lo conforman combis, el 10% automóviles y el 10% restante omnibus. La DIGESA realizó una evaluación de la calidad del aire durante los días 31 de agosto al 6 de setiembre de 1999, registrándose una concentración máxima a las 11 :00 de la mañana de 27.5 ug/m³, valor que supera en 17.5 veces el estándar trimestral de 1,5 ug/m³ para plomo según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Estos niveles de contaminación atmosférica fueron registrados en la Oroya Antigua donde se encuentra la fundición de la Empresa DOE RUN, en la Oroya Antigua, por lo que el problema de contaminación atmosférica en la Ciudad de la Oroya, esta ligado principalmente a la Industria Metalúrgica.

La contaminación que produce la actividad minera, involucra no sólo el recurso aire, sino también el recurso agua, por lo que la DIGESA realiza la evaluación de la calidad del agua del río Yauli, (clasificándola como aguas Clase VI), durante los días 22 al 24 de Marzo, los resultados evidenciaron una concentración de plomo en el agua de hasta 70 veces el límite máximo permisible (0,03 mg/L, según la "Ley General de Aguas"), lo que según el informe, explica el deterioro apreciable del ecosistema natural.

En el suelo se depositan los contaminantes tanto de los cuerpos de agua, como del aire. Las plantas a través de las raíces absorben los minerales, que almacenan en sus tejidos y al ser consumidos una parte es eliminada y la otra se almacena en sus tejidos y así sucesivamente hasta llegar al último consumidor. Los alimentos de pan llevar en la Oroya, proceden de Tarma, Huancayo, Chanchamayo, Satipo y la provincia de Junín. Existe la costumbre de consumir "carne seca", es preparada oreándola a la intemperie para su deshidratación, este proceso la carne es contaminada con las partículas en suspensión y principalmente por las provenientes de la planta metalúrgica.

Por lo anteriormente expuesto, se planteó conocer los niveles de plomo en sangre en una muestra de la población de niños que vive en la Oroya. Esperándose que los niños de la Oroya presente los valores de plomo en sangre más altos que en los niños del Callao, que viven y estudian cerca a depósitos de concentrados de minerales. Para fines del estudio fueron seleccionadas tres zonas, La Oroya Antigua, La Oroya Nueva donde y Santa Rosa de Sacco. El estudio fue realizado del 23 al 30 de noviembre del año 1999.

MÉTODOS

Se estudiaron 346 niños entre los 6 meses a 10 años. Participando 11 centros educativos, ubicados en las zonas de La Oroya Antigua, La Oroya Nueva y Santa Rosa de Sacco y 201 personas mayores de 10 años seleccionadas en las mismas localidades ya mencionadas.

Las muestras de sangre fueron analizadas con equipos Lead Care de lectura rápida, basado en voltametría anódica. Los padres de los niños que participaron en el estudio, respondieron a un breve cuestionario sobre aspectos relacionados con la exposición a plomo.

También se evaluaron posibles efectos adversos del plomo en relación al comportamiento y el rendimiento escolar en los niños. Todos los participantes del estudio recibieron información sobre los niveles de plomo en sangre y material educativo acerca de cómo disminuir la exposición a este metal.

RESULTADOS

El promedio de plomo en sangre en los niños evaluados en el estudio, fue 33,6 ug/dl siendo el límite permisible de 10 ug/dl dado por la Organización Mundial de la Salud donde el 99,1% (n= 343) presentaron valores mayores a 10 ug/dl , el 86 % (n=298) presentaron valores mayores a 20 ug/dl y el 18,9 % (n= 65) presentaron valores mayores a 44 ug/dl

En cuanto a la población evaluada mayor de 10 años el promedio de plomo en sangre fue 36,5ug/dl donde el 98% (n= 197) presentaron valores de plomo en sangre mayores de 10 ug/dl , el 70,4% (n = 140) niveles de plomo en sangre mayores de 20 ug/dl y el 15,1 % (n = 30) niveles de plomo en sangre superiores a 44 ug/dl

Se observaron diferencias en los niveles de plomo en sangre, entre las muestras por distritos, el valor más alto se registró en los niños de La Oroya Antigua, cuyo promedio fue de 43,5 ug/dl, seguido de Santa Rosa de Sacco con 28,7 ug/dl y La Oroya Nueva con 26,6 ug/dl. En la población mayor de 10 años el mayor promedio de plomo en sangre se registró en la localidad de Santa Rosa de Sacco 39,9 ug/dl, seguida de La Oroya Antigua 35,8 ug/dl y en tercer lugar La Oroya Nueva 33,8 ug/dl . Estos resultados altos fueron asociados principalmente con la contaminación producida por la Planta Metalúrgica.

Respecto a los patrones de comportamiento y el rendimiento escolar, el 6,9 % de los niños evaluados reprobaron algún año escolar y el 2,3 % presentó bajo rendimiento escolar.

DISCUSION

En zonas urbanas la fuente principal del plomo ambiental procede de la gasolina. En la Oroya la fuente principal de la contaminación atmosférica es la Planta Metalúrgica, lo cual es confirmado por la evaluación de aire realizado por la DIGESA, donde el plomo sobrepasa 17,5 veces el límite permisible. Además es necesario considerar que el Rio Yauli también se encuentra contaminado con plomo en 70 veces el límite permisible debido a las aportaciones de las compañías mineras establecidas a lo largo de su recorrido. En el agua de consumo.

También en el agua de consumo el plomo sobrepasó ligeramente el límite permisible. La combinación de todos estos factores, posiblemente estén influyendo de manera determinante en la presencia del plomo en sangre en los niños de la Oroya. Con un control estricto de las medidas de seguridad industrial dirigidas a la planta metalúrgica y las compañías mineras, que realizan vertimientos en los cursos de agua, será posible disminuir las concentraciones de plomo en sangre, con el consecuente beneficio para la salud de los niños.

El promedio de plomo en sangre registrado en la Oroya (33,6 ug/dl) fue mayor a la zona cercana a los depósitos de concentrados de minerales (25,6 ug/dl), en Pasco (14,9ug/dl), Iquitos (11,4 ug/dl), Lima y Callao (7,1 ug/dl) sin considerar en la zona cercana a los depósitos de concentrados de minerales, Arequipa (6,4 ug/dl), Trujillo (5,0 ug/dl) y Chimbote (1,0ug/dl), Por los resultados del estudio, se hace de urgente necesidad la coordinación del sector Salud con los sectores locales de Minería, Industria, Transportes, Educación, Gobierno Local y Empresa, a fin elaborar planes de intervención coordinada y conjunta para disminuir el plomo en sangre de los niños así como los posibles efectos adversos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los resultados de plomo en sangre obtenidos en la población evaluada de la ciudad la Oroya sugieren una fuente importante de exposición ambiental al plomo, siendo la más evidente en esta ciudad el complejo metalúrgico de La Oroya . El promedio de plomo en sangre en los niños menores de 10 años fue de 33,6 ug/dl. y en la población mayor de 10 años ug/dl de 36,5 ug/dl. superando en tres veces el límite permisible establecido por la OMS de 10 ug/dl.
- Los valores de plomo en sangre mayores a los 10 ug/dl. se asociaron directamente con el plomo ambiental generado por las emisiones de la Planta.
- Se hace necesario implementar un sistema de vigilancia epidemiológica ambiental (que contemple una evaluación médica completa y psicológica para determinar, los efectos en el crecimiento y desarrollo intelectual principalmente del niño) a corto, mediano y largo plazo a fin de evaluar los niveles de plomo en sangre en los pobladores de la ciudad de La Oroya, asociados a las acciones de intervención .
- Los niños presentaron niveles de plomo en sangre más altos en la localidad de La Oroya Antigua Antigua(43,5ug/dl) y en los los adultos los valores más altos se registraron en la localidad de Santa Rosa de Sacco 39,9ug/dl , estos resultados ameritan realizar un estudio más detallado para establecer el porque de esta diferencia en los resultados .
- Es necesario elaborar un programa de Gestión Ambiental Local entre los Sectores de Salud, Minería, Industria, Transportes, Educación, Gobierno Local y Empresa, para realizar acciones de intervención conjunta y coordinada, a fin de disminuir los valores de plomo en sangre y los posibles efectos adversos en la población expuesta a las emisiones del complejo metalúrgico.
- El tratamiento médico no es recomendable, sino se retira a la persona de la fuente, o se elimina la fuente de exposición. Se ha observado que los niños que reciben tratamiento médico y regresan a vivir a su ambiente habitual, contaminado con plomo, recuperan rápidamente los niveles presentados, previos al tratamiento; este incremento agudo en las concentraciones de plomo en sangre puede tener efectos adversos.

ESTUDIO DE PLOMO EN SANGRE EN UNA POBLACIÓN SELECCIONADA DE LA OROYA

(Noviembre 23 al 30 de 1999)

"La lucha permanente contra las agresiones ambientales determina normalmente respuestas que son captadas como malestares pasajeros"

INTRODUCCIÓN

La mayoría de enfermedades que atacan al hombre, tienen un sustrato causal condicionante o desencadenante, de carácter ambiental con una baja proporción genética o biológica. La lucha permanente contra las agresiones ambientales está determinada normalmente por respuestas que son captadas en forma subjetiva como malestares pasajeros, experimentando el hombre casi constantemente las consecuencias de esa permanente adaptación a los continuos cambios de su ambiente. Desde el punto de vista ecológico la salud es el permanente equilibrio inestable de la interacción del hombre con su ambiente, entendiéndose entonces la salud como el continuo triunfo en la lucha contra las agresiones ambientales, en este contexto ambiental son considerados los factores relacionados con los hábitos y estilos de vida.

La modernidad ha aportado sus ventajas a la humanidad porque ha permitido vislumbrar mejores condiciones de vida, pero a la vez también ha puesto en tela de juicio la validez misma de la noción del progreso, al haber aumentado los riesgos a los que se encuentra expuesto. El desarrollo industrial ha ocasionado que se viertan grandes cantidades de sustancias contaminantes al ambiente, sin un control adecuado para garantizar la seguridad en el manejo. El plomo es un metal ampliamente utilizado en la industria que ingresa a nuestro organismo vía respiratoria o digestiva, se acumula en los huesos, dañando el sistema nervioso central. Los niños durante los primeros años de vida, son los más vulnerables a los efectos del plomo por encontrarse en pleno desarrollo, siendo afectados de manera permanente y con facilidad lo que dependerá del tiempo de exposición y concentración en el ambiente.

El presente estudio se realiza en La ciudad de La Oroya, lugar donde se encuentra el más grande y antiguo complejo metalúrgico del país, el cual procesa plomo entre otros metales. Inicialmente La Oroya se estableció como un campamento minero y con el transcurrir del tiempo se convirtió en una ciudad expuesta permanentemente a la contaminación producida por el complejo metalúrgico en el aire, suelo y agua. Por tanto el presente estudio tiene el propósito de evaluar los niveles de plomo en sangre en los niños por ser la población más vulnerable. Esta investigación permitirá recabar los datos pertinentes para evaluar la magnitud del problema actual, evaluar la magnitud de otras fuentes de exposición al plomo, la cual será de importancia para lograr un control integral de la exposición, e iniciar la operación de un sistema de vigilancia que permita monitorear los cambios asociados a las intervenciones realizadas para el control de la intoxicación por plomo.

"La salud es el continuo triunfo en la lucha contra las agresiones ambientales. En este contexto ambiental se consideran los factores relacionados con hábitos y estilos de vida."

PREFACIO

Durante la Cumbre de la Tierra realizada en 1992 la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el desarrollo – CUNAMAD indicó que nuestras perspectivas de salud dependen del desarrollo adecuado y sostenible de nuestro ambiente natural y social.

La salud no puede separarse de una multitud de elementos ambientales tan diversos como el aire en la agenda 21 carta de la CUNAMAD para la acción en los próximos años se dirige no solo a los líderes de salud nacional y local sino también a funcionarios con decisión en todos los sectores gubernamentales esbozándose la cooperación amplia y estable que se necesitará a nivel nacional e internacional, para asegurar la supervivencia del género humano y el aumento de su bienestar.

En el capítulo de la Agenda 21 sobre "Protección y Fomento de la Salud Humana" identifica las áreas prioritarias del programa que abordan las principales necesidades de salud no atendidas y las condiciones ambientales inversa. Entre ellas se encuentra reducir los riesgos que presentan para la salud la contaminación y los peligros ambientales.

En la Cumbre de Las Américas realizada en Miami - Florida, en diciembre de 1994 los Jefes de Estado de 34 países del Hemisferio Occidental en la cual participó el Perú, firmaron un plan de acción que incluía una iniciativa medio ambiental, la alianza para la prevención de la contaminación. Bajo esta iniciativa los respectivos gobiernos se comprometieron a desarrollar e implementar planes de acción nacionales para reducir gradualmente el uso del plomo como aditivo de la gasolina. En 1995 otra reunión técnica tuvo lugar en Puerto Rico en esta reunión se elaboraron dos proyectos para la reducción del riesgo ligado al plomo.

El primero encaminado a facilitar el desarrollo de planes de acciones nacionales de eliminación del plomo de la gasolina para el año 2001. El segundo destinada a generar un inventario de los riesgos a la salud y al medio ambiente relacionados con la exposición a diferentes fuentes de plomo. Inventario que respaldaría los planes nacionales para la reducción de la concentración de plomo en la sangre a niveles consistentes con los estándares fijados por la Organización Mundial de la Salud.

En cumplimiento a este compromiso se constituyó en el Perú, por Resolución Suprema N° 057-97 MTC la Comisión Multisectorial para la Gestión y Coordinación del Programa del Mejoramiento de la Calidad del Aire y Retiro del Plomo de la Gasolina, a cargo del Ministerio de Transporte Vivienda y Construcción, para el desarrollo de estas actividades, la comisión es asistida por comisiones técnicas de los sectores de Transportes, Minería y Salud, vinculadas a las áreas de normatividad, especificación de los combustibles, la calidad del aire y monitoreo ambiental, siendo estas dos últimas actividades bajo la responsabilidad del Ministerio de Salud – Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

" El hombre experimenta casi constantemente las consecuencias de esa permanente adaptación en los continuos cambios de su ambiente."

RESEÑA HISTÓRICA

La intoxicación por plomo se conoce desde el siglo II A.C. ya que fue el primer metal que utilizó el hombre desde la antigüedad, es así que el médico griego Dioscórides afirmó que "el plomo hacía que se pierda la cabeza", también Hipócrates describió los efectos en la salud de la exposición crónica al plomo siendo Tanquerel des Planches quien realizó la descripción mas completa de intoxicación por plomo

En 1897 en Brisbane, Australia, se describió por primera vez la intoxicación por plomo en los niños, debido al uso de pinturas a base de ese metal, la causa se asoció con las barandas pintadas de los autos y en 1920 la ciudad de Brisbane, emitió la primera acta orientada a prevenir la intoxicación por pintura a base de plomo. En los Estados Unidos se describió en la primera década del siglo XX, el saturnismo o intoxicación ocupacional por plomo ocasionado por este tipo de pinturas.

A principios del siglo XX se pensaba que si un niño se recuperaba de la etapa aguda del padecimiento, no habría secuelas. Sin embargo en 1943 Byers y Lord refutaron lo anterior, en sus informes acerca de 20 niños que habían superado la intoxicación aguda por plomo, de los cuales 19 presentaron claras manifestaciones de trastornos de la conducta o del retraso mental. A principios de 1970 se llevaron a cabo diversos estudios para analizar a fondo los efectos del plomo en la salud, encontrándose en algunos estudios relación con la disminución de las funciones cognitivas, sin embargo estos estudios resultaron polémicos. Desde entonces se han llevado a cabo investigaciones más sofisticadas y con mejores diseños existiendo un consenso general en cuanto a la relación entre la intoxicación por plomo y las funciones cognitivas.

En la medida que se incrementaron las investigaciones, se redujeron gradualmente los niveles de plomo en sangre que en un principio se consideraron aceptables en el organismo, Así en 1960 el límite aceptable era de $60\mu\text{g}/\text{dl}$, en 1971 disminuyó a $40\mu\text{g}/\text{dl}$, en 1975 disminuyó a $30\mu\text{g}/\text{dl}$, para 1985 en México el límite se redujo a $25\mu\text{g}/\text{dl}$, en 1995 el nivel más alto de plomo en sangre era de $15\mu\text{g}/\text{dl}$ y en los centros para la Prevención y Control de las Enfermedades de los Estados Unidos – CDC redujeron el límite aceptable de plomo en sangre a $10\mu\text{g}/\text{dl}$

En el Perú el plomo fue conocido y usado desde incanato y siguió explotándose durante la colonia. La producción de gran escala se inició con el establecimiento de la fundición de la Oroya en 1922 y fue incrementándose hasta alcanzar los niveles actuales, los mayores yacimientos se encuentran localizados en la cordillera peruana.

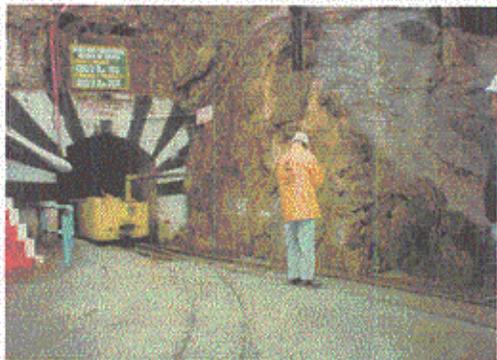
De acuerdo a los objetivos propuestos por la Comisión Multisectorial, el Ministerio de Salud a través de la DIGESA realizó un estudio para determinar los niveles de plomo en sangre en una población seleccionada de Lima y Callao, esta zona es seleccionada por presentar el mayor desarrollo urbano y contener el más grande parque automotor, el estudio fue iniciado en Julio de 1998 y culminó en marzo de 1999.

Para llevar a cabo el Estudio la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos - USAID donó a la DIGESA equipos e insumos necesarios para el desarrollo del estudio, facilitando la capacitación del personal en el manejo de los mismos y asistencia técnica para la conducción del estudio y con el CDC para la confirmación de los resultados de las muestras ambientales. A la inauguración de la entrega de los materiales, asistieron los miembros de la Comisión Multisectorial para la Gestión y Coordinación del Programa del Mejoramiento de la Calidad del Aire y Retiro del Plomo de la Gasolina.

Posteriormente el estudio fue replicado en las provincias de Arequipa, Trujillo, e Iquitos el presente estudio se realiza en La ciudad de La Oroya.

I. GENERALIDADES

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PLOMO Y USOS



El plomo se encuentra en las capas interiores de la tierra, su disponibilidad en el ambiente se realiza a través de varios procesos, siendo estos: extracción, fundición, refinación, manufactura de productos, eliminación y reciclaje. El estado más común en el que se encuentra es la galena (sulfuro de plomo) y también su fuente comercial más importante. Otro mineral de plomo es la cerusita (carbonato de plomo), anglesita (sulfato de plomo) cromato de plomo, molibdato, fosfato, clorhidrato, vanadato de plomo, su presencia en la superficie obedece a intereses económicos del hombre.

Los minerales de plomo son separados en la ganza por trituración, esmerilado al agua, clasificación por gravedad y flotación. El plomo metálico es de color gris azulado muy blando y maleable, fácil de fundir y moldear su símbolo químico es Pb de peso atómico 207,2 densidad 11,3 punto de fusión 327°C , punto de ebullición 1620 °C y temperatura 550 - 600°C . El plomo se evapora y se combina con el oxígeno del aire para formar el óxido de plomo, los compuestos orgánicos de mayor importancia son el tetraetilo de plomo, el tetrametilo de plomo y el estearato de plomo. El plomo es de uso frecuente en los diferentes procesos industriales como pinturas, tuberías, cerámicas y baterías, antidetonante de la gasolina o en la fabricación de productos usados.

En la industria de la construcción y en las plantas química se utiliza para dar flexibilidad y resistencia a la corrosión se laboran en forma de láminas y tubos. También se usa como funda protectora de cables, ingredientes en la soldadura y como rellenedor en la industria del automóvil. Sirve como material de protección para las radiaciones ionizantes. Es usado en capas protectoras metalizadas para la fabricación de baterías de reserva y en el baño de tratamiento térmico en el estirado de alambres. El plomo está presente en gran variedad de aleaciones y sus compuestos son preparados y usados en grandes cantidades en muchas industrias.

Otros metales como el antimonio, arsénico, estaño y bismuto pueden ser añadidas al plomo para mejorar sus propiedades mecánicas o químicas y el plomo puede ser añadido a aleaciones como el bronce, latón y acero para obtener ciertas características deseables.

Los compuestos orgánicos e inorgánicos más comunes, entre los compuestos orgánicos están el monóxido de plomo (PbO), dióxido de plomo (PbO₂) tetraóxido de plomo (Pb₃O₄) sesquióxido de plomo (Pb₂O₃), carbonato de plomo , sulfato de plomo, cromato de plomo, arsenato de plomo, clorato de plomo, silicato de plomo nitrato de plomo. Los compuestos orgánicos de importancia industrial incluyen, tetraetilo de plomo Pb(C₂H₅)₄ acetato de plomo, ftalato de plomo, silicato de plomo estearato de plomo, palmitato de plomo, oleato de plomo y naftaleno de plomo.

Un 40 % del plomo es usado como metal el 25% en aleaciones y 35% en compuestos químicos los óxidos de plomo son usados en las placas de las baterías eléctricas y acumuladores (PbO y Pb_3O_4) como compuestos aditivos en la fabricación de jebe (PbO) como ingrediente en las pinturas (Pb_3O_4) y como constituyente de vidriados, esmalte y vidrios.

Las sales de plomo forman las bases de muchas pinturas y pigmentos: carbonato de plomo y sulfato de plomo son usados como pigmentos blancos y los cromatos de plomo proporcionan el cromo amarillo, naranja, rojo y el verde. El arsenato de plomo es un insecticida, el sulfato de plomo es usado en la composición del caucho o jebe el acetato de plomo tiene usos importantes en la industria química, naftaleno de plomo es usado extensamente como secante y el tetraetilo de plomo es usado como antidetonante de la gasolina.



El plomo por sus características físicas y químicas es un elemento que no se degrada ni desintegra en las diferentes etapas de su proceso, constituyendo un peligro para la salud de las generaciones presentes y futuras.

1.2 FUENTES Y VÍAS DE EXPOSICIÓN AL PLOMO

Se han identificado diversas fuentes y vías de exposición al plomo (fig. N°1), las cuales varían en importancia de acuerdo a las características de las diferentes poblaciones.

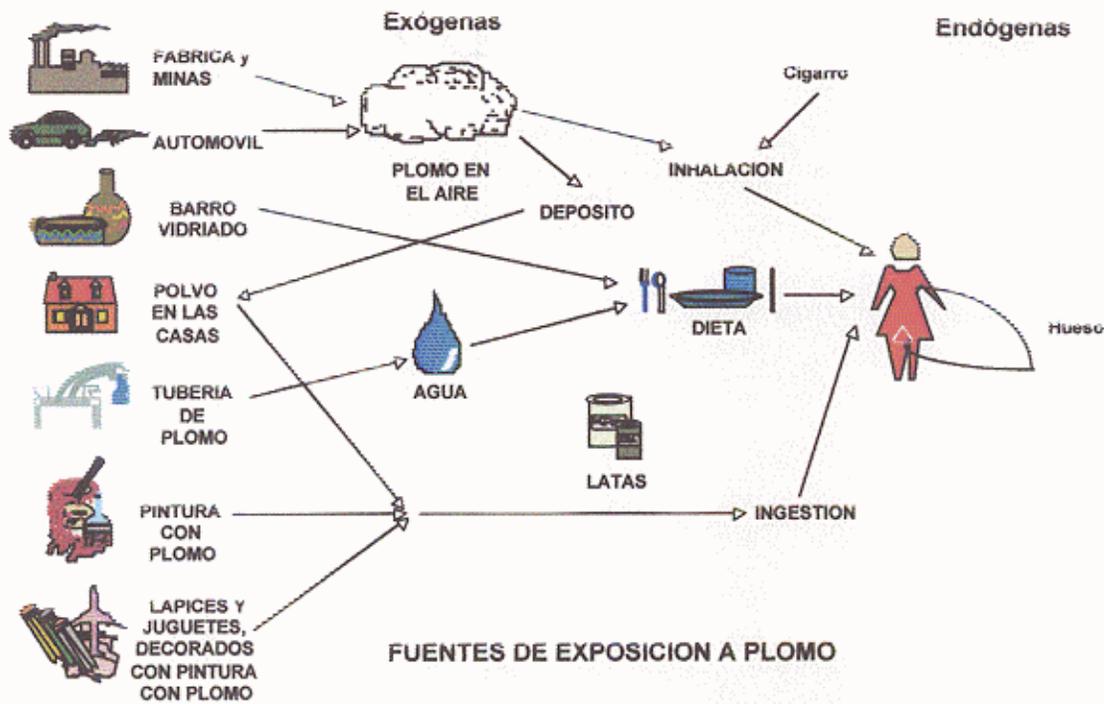
Las poblaciones que habitan en áreas urbanas y utilizan gasolina con plomo, es sin duda esta la fuente más importante de exposición, en cambio para las poblaciones que habitan en zonas industriales o aledañas a esta, la fuente principal de exposición la constituye la industria que utiliza plomo.

Existen también fuentes ocupacionales intra domiciliarias, entre éstas se destacan la fundición casera de plomo, la fabricación de artesanías y otras, que al desarrollarse dentro de la vivienda familiar y en inadecuadas condiciones de higiene y seguridad afectan a toda la familia (niños, mujeres gestantes y ancianos) y a los vecinos. Otras fuentes de exposición incluyen la pintura con plomo, utilizada en los hogares para recubrir paredes o estructuras exteriores.

En el hogar las paredes recubiertas con pintura que contiene plomo pueden deteriorarse y desprenderse en pequeños pedazos al piso la cual puede ser ingerida por los niños al gatear y llevarse las manos contaminadas a la boca. También puede ser ingerida por los niños pequeños al morder y chupar con frecuencia los juguetes y lápices, que son decorados con pintura que contiene plomo.

Los alimentos se contaminan con plomo al momento de ser preparados o almacenados en recipiente de cerámica de fabricación artesanal (de baja temperatura), a la cual se le agrega un barniz con plomo, o bien aquéllos almacenados en latas selladas con soldadura de plomo. Asimismo, el agua también puede ser una fuente importante de exposición a plomo, principalmente cuando se transporta en tuberías de plomo o con soldadura del mismo.

Fig. N° 1



1.3 EFECTOS DEL PLOMO EN LA SALUD

La exposición prácticamente universal al plomo, a propiciado la investigación de muchos científicos para determinar los posibles efectos adversos que puede ocasionar este metal en la salud al entrar en contacto con el organismo, habiéndose documentado en las últimas décadas, un sin número de efectos.

La absorción de los compuestos inorgánicos de plomo se realiza por vía inhalatoria y digestiva en cambio los compuestos orgánicos se absorben por vía cutánea. El ácido clorhídrico gástrico puede promover la absorción intestinal, pero la mayor parte del plomo ingerido es eliminado a través de las heces. El plomo absorbido por la corriente sanguínea es transportado a todos los órganos y tejidos, más del 90% del plomo es retenido por los eritrocitos pero el plomo tiene preferencia por el hueso donde se acumula, la eliminación se realiza principalmente por la orina y las heces, heces. El plomo en las heces es derivado principalmente por plomo no absorbido.

El plomo inorgánico causa contracciones del sistema periférico vascular y afecta la sangre a los tejidos que forman los huesos planos. Los efectos hematopoyéticos ocurren antes de observarse los signos y síntomas. El plomo acorta la vida de los eritrocitos y daña la síntesis de la hemoglobina.

Uno de los principales conocimientos fue el reconocer a los niños como la población más vulnerable a los efectos dañinos del plomo, se ha encontrado un mayor régimen de absorción de plomo ingerido por los niños que por los adultos (WHO, 1995b). Los niños en edad pre-escolar presentan una fuente adicional importante de plomo a causa de realizar la exploración su entorno con las manos y la boca, llevándose así el polvo con plomo que se encuentra en el

suelo, juguetes descascarados con pintura a base de plomo y de las escamas de las paredes con este tipo de pintura y en consecuencia los niños presentan un mayor nivel de plomo en el organismo, en relación a los adultos. Lo que es confirmado con el análisis de sangre. Así mismo los niveles de plomo post-natal en la sangre, comienzan a subir después de los 6 meses, en una progresión creciente hasta la época de movilidad de los niños (incluyendo la etapa previa al andar) y hasta la época de actividades mano-boca.

1.3.1 SIGNOS Y SÍNTOMAS DE INTOXICACIÓN POR PLOMO EN NIÑOS

La intoxicación con plomo manifiesta una serie de síntomas casi ninguno típico con predominio de síntomas subjetivos sobre signos objetivos.

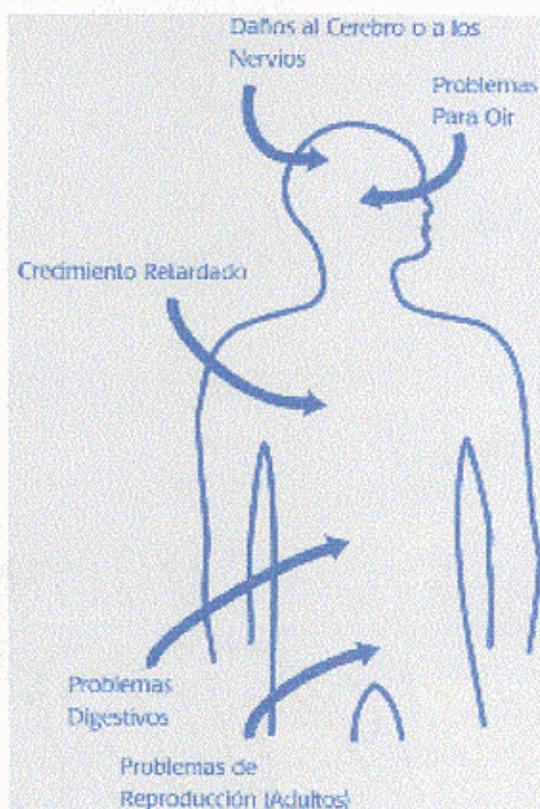
Los niños que no presentan encefalopatía la intoxicación por plomo, se caracteriza por uno o varios de los siguientes síntomas: disminución de la actividad física, letargia, anorexia, vomito esporádico, dolor abdominal intermitente y constipación. En los casos de intoxicación aguda la encefalopatía puede diagnosticarse con los siguientes síntomas: coma, convulsiones, alteraciones del comportamiento, apatía, falta de coordinación, vómitos, alteración de la conciencia y pérdidas de habilidades recientemente adquiridas (Piomeli et al 1984)

Las exposiciones a plomo durante los dos primeros años de vida, representan un riesgo en el retraso constante del desarrollo, así como de deficiencias en las funciones cognitivas.

El plomo puede interferir con casi todas las funciones del organismo y su efecto y la alteración de los órganos involucrados varían según la dosis de exposición (fig. N° 2), sin embargo, el daño que ha generado mayor preocupación en los últimos tiempos es el de la disminución de la capacidad intelectual, lo que se ha asociado en diversos estudios con la exposición al plomo durante las primeras etapas de la vida, ya sea en la etapa prenatal o durante los dos primeros años de vida.

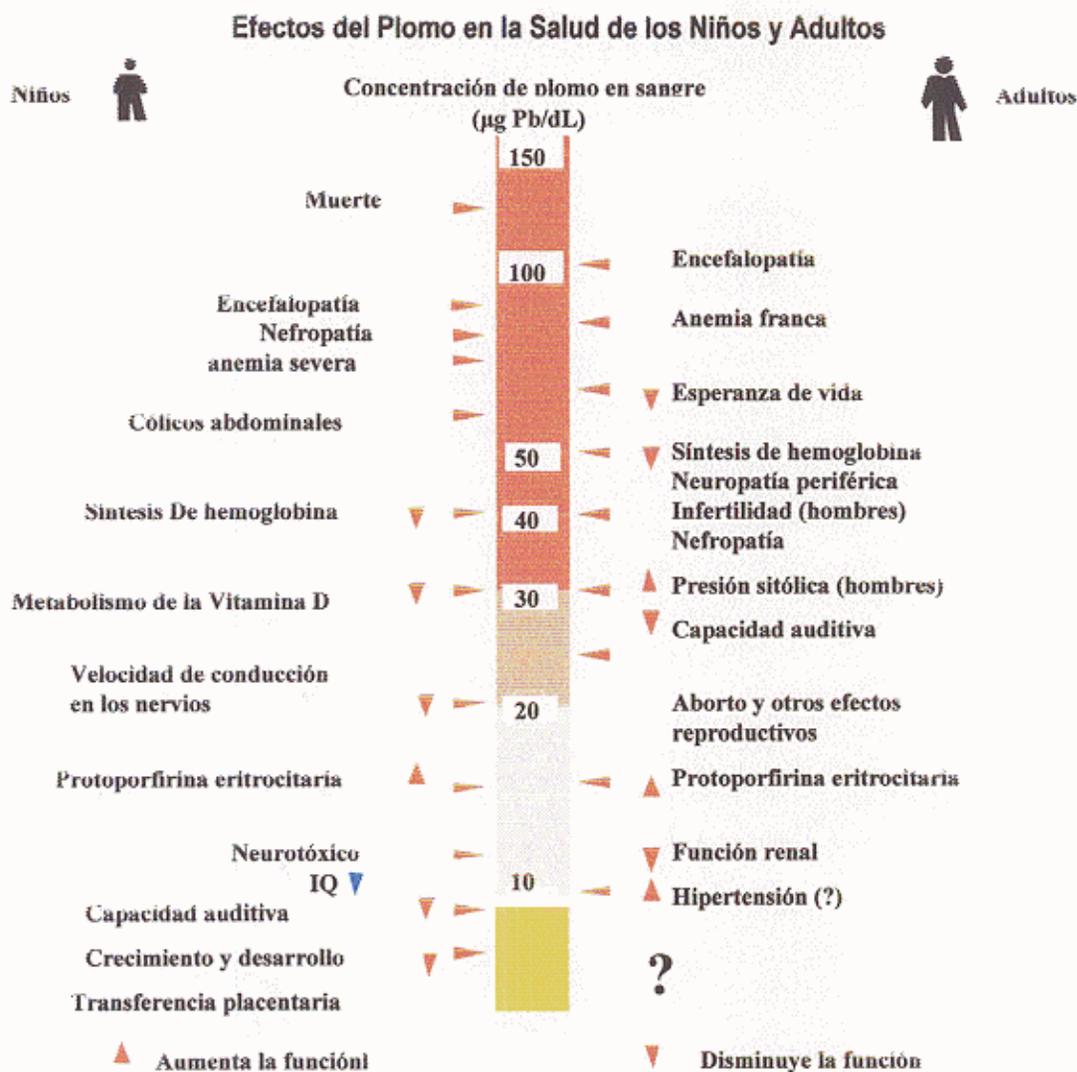
Investigaciones epidemiológicas recientes sugieren que los niveles de plomo en sangre, aún cuando son bajos, están asociados con una disminución en la inteligencia del niño y no solamente con problemas neuroconductuales o motores, como antes se pensaba.

Estimaciones del impacto del plomo sobre el desarrollo intelectual de los niños indican que por cada microgramo de plomo en sangre se presenta una disminución de 0.25 puntos en el coeficiente intelectual (CI). Esta disminución puede parecer pequeña a nivel individual; sin embargo, en el ámbito poblacional es importante. Una población expuesta a plomo con una



media de 20 $\mu\text{g}/\text{dL}$ tendría un aumento del 68% de individuos con niveles de CI bajos menores de 65 puntos y una disminución del 42% de sujetos con CI sobresalientes mayores de 135. (Mauricio Hernandez - 1996)

Fig. N°2



1.4 POBLACIÓN VULNERABLE

La mayor parte de la población mundial presenta alguna cantidad detectable de plomo en el organismo; sin embargo, este metal no tiene función alguna en el cuerpo humano. Los niños y las personas de bajos recursos económicos, son las poblaciones vulnerables, más susceptibles a sufrir daños en la salud, por estar expuestas a niveles altos de exposición (al vivir o trabajar en ambientes de alta contaminación), tener una alimentación baja en nutrientes, con limitado suministro de agua, suelo y el polvo contaminado, (el medio de transmisión más común es el área de recreo de los niños, al tener como hábito, llevarse los dedos y objetos a la boca), sumado a la poca frecuencia del lavado de manos, todo esto facilita su ingreso y almacenamiento en el organismo

La salud deficiente guarda estrecha relación con la pobreza de las condiciones de vida y esta a su vez esta intensifica las presiones del crecimiento demográfico y la urbanización rápida sobre



la capacidad del medio ambiente. La pobreza, la incapacidad de un individuo u hogar para mantener un estándar de vida mínimo, va asociado con discrepancias económicas graves entre grupos de países y segmentos de población.

En los países en desarrollo el sector urbano pobre no solo es más numeroso, sino que su exposición a los riesgos

ambientales naturales y producidos por el hombre es en general más grave, como el caso de La Oroya – Junín ciudad eminentemente minera y con alta contaminación atmosférica.

1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OROYA



La Oroya se encuentra localizada en la provincia de Yauli departamento de Junín a una altura de 3,745 m.s.n.m, y superficie de 388.420 Km.², una latitud Sur de 11°31'03" y una longitud Oeste de 75°17'15" siendo la temperatura promedio de 14°C variando entre - 5°C y 17 °C.

La población total en la Oroya es de 33 043 habitantes (información proporcionada por la DISA), de los cuales 4 000 son trabajadores de la Planta Metalúrgica, los demás habitantes dependen indirectamente de la actividad minera. La población infantil está conformada por 8 045 hab. (la distribución por edades se observa en la Tabla N° 1), las mujeres en edad fértil (MEF) son 8 421 y las gestantes 1 159, el número de nacimientos por año es de 918 siendo la densidad poblacional de 68,95.

La población analfabeta, está conformada por 2,732 habitantes de los cuales 500 son hombres y 2 232 mujeres. La población estudiantil en los niveles, inicial y primario en La Oroya y Santa Rosa de Sacco, hacen un total de 7 028 niños, (Las Tablas N° 2 y 3 muestran la distribución por niveles y zonas).

Respecto al servicio de agua y desagüe, el 38.2% de la población (12,628 hab.) cuenta con este servicio y el 15.7% con solo el servicio de agua (5,188 hab.). Las empresas que abastecen de agua a la población de La Oroya son dos, una es la Empresa Municipal - EMSAPA que capta el agua de dos fuentes una del riachuelo y la otra del manantial ambos con el nombre de SHINCAMACHAY y la otra es la Empresa DOE RUN que abastece de agua a sus trabajadores, captando el agua del río Thisgo. De la Empresa Municipal dependen 1 390 conexiones domésticas, 16 piletas públicas, y 292 conexiones comerciales y 42 conexiones estatales de

salud y educación. La empresa DOE RUN tiene 6 536 conexiones, abasteciendo al 30% de la población que son trabajadores de la Empresa y familia.

El casco urbano presenta 32% de pistas y 22% de veredas, con un parque automotor conformado por el 80% de combis, 10% de automóviles y el 10% restante conformado por ómnibus.

Al estar contaminados el suelo, el agua y el aire, las plantas a través de sus raíces absorben estos minerales, que almacenan en sus tejidos, afectando su normal crecimiento y desarrollo, explicándose de esta manera, el apreciable deterioro del ecosistema natural y la escases de áreas de cultivo. Actualmente en La Oroya, se han reducido las áreas de cultivo impactadas de 14 190 hectáreas desde 1 941 hasta 3 800 has. en 1 996. Por lo que es posible que los pocos alimentos producidos en La Oroya destinados al consumo animal o al consumo humano, contengan trazas de plomo y otros elementos en su composición.

La mayor parte de los alimentos en La Oroya, proceden de diferentes lugares. Así las verduras provienen de Tarma, las papas, choclos, habas y arvejas de Huancayo, las yucas y frutas de Chanchamayo y Satipo, los quesos y la carne de la provincia de Junín. En esta zona como en otros lugares de la sierra, existe la costumbre de consumir "carne seca", cuya preparación es casera, consistiendo en deshidratar la carne impregnándola de sal y colgarla a la intemperie, en este proceso es contaminada con las emisiones provenientes de la planta metalúrgica, a través del aire.

1.5.1 LA PLANTA METALÚRGICA DE LA OROYA



Tradicionalmente al complejo de la Oroya se la conoce como fundición de La Oroya, considerándose a la Oroya como la capital metalúrgica del país, este consta de un conjunto de fundiciones donde se procesan metales como el cobre, plomo y el zinc, completando el proceso, en las refineras. La fundición de Cobre se creó en 1 922, la fundición de plomo en 1 928 y la

refinería de zinc en 1 952. Actualmente se procesa cobre, plomo, zinc, plata, oro, cadmio y teniendo como subproductos al Bismuto, Indio, Teluro, Estaño, Arsénico, Antimonio y Selenio.

La Fundición se encuentra localizada en la Oroya Antigua, paralela a la carretera central y la Refinería en La Oroya Nueva. La ciudad de La Oroya, en un inicio se estableció como un campamento minero y con el transcurrir del tiempo se convirtió en una ciudad.

1.5.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PLOMO

Los concentrados de plomo llegan a La Oroya por camiones o ferrocarril a la planta de preparación donde se determina su calidad. Este es fundido con cal y sílice, obteniéndose una muestra homogénea, pasando luego a la etapa de aglomeración donde la mezcla se quema, para remover el azufre formándose una masa porosa denominada sinter.

El sinter se mezcla con el coque, el plomo producido es transferido a la etapa de eliminación de cobre o decoperizado para ser posteriormente moldeado y es transportado en ferrocarril a la refinería, donde es refinado electrolíticamente.

Los contenidos metálicos de plata son recuperados en forma de lodos y retornados a la fundición para ser tratados en la planta de residuos anódicos. Actualmente el mercado de plomo refinado del complejo metalúrgico constituye un 40% en la industria nacional.

1.6 EVALUACIONES AMBIENTALES DE PLOMO REALIZADAS POR LA DIGESA

1.6.1 CALIDAD DEL AIRE

La DIGESA realizó un estudio de la calidad del aire en la Oroya, del 31 de agosto al 6 de setiembre de 1999, determinando las fuentes principales de contaminación fijas y móviles en la zona

Las fuentes fijas la constituyen la fundición y la refinería, actualmente perteneciente a la DOE RUN. Las operaciones y procesos realizados en el complejo metalúrgico de La Oroya, conforman actualmente la principal fuente de emisión de material particulado y gases en la zona.

Las fuentes móviles la conforman los automóviles (autos, combis, micros, microbuses y camiones entre otros) en las principales avenidas y calles de La Oroya y la empresa nacional de ferrocarriles ENAFER PERU -Oroya.

Los mayores niveles de contaminación atmosférica fueron detectadas en las inmediaciones de la fundición en La Oroya Antigua, agudizándose en los momentos de calma y cambio de dirección del viento, donde las concentraciones contaminantes en el aire llegan a superar considerablemente los respectivos lineamientos de la Calidad del Aire para el dióxido de azufre (SO₂), las Partículas Totales en Suspensión (PTS), las Partículas Menores a 10 Micrones (PM₁₀) y el Plomo Atmosférico (Pb).

Cabe mencionar que el principal problema de contaminación atmosférica de la Ciudad de la Oroya, esta ligado a la presencia de plomo en el aire, el cual llegó, durante el período de evaluación, a una concentración máxima de 27.53 ug/m³, valor que supera en 17.5 veces el estándar trimestral de 1.5 ug/m³ para plomo, de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA).

1.6.2 CALIDAD DE CUERPOS DE AGUA

La contaminación que produce la actividad metalúrgica, involucra no sólo el recurso aire, sino también el recurso agua. El río pertenece a la provincia de Yauli, departamento de Junín y abarca los distritos de Yauli y parte de la Oroya. Tiene una extensión de 31 Km. hasta llegar al río Mantaro y 800 metros antes de llegar a la ciudad de la Oroya, se encuentra una quebrada estrecha, sin valles definidos. En su corto trayecto recibe importantes descargas provenientes de las operaciones minero metalúrgicas del lugar, la

DIGESA evaluó la calidad del agua del río Yauli, a lo largo de todo su recorrido, clasificándola como aguas Clase VI (Aguas de zona de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial).

II. OBJETIVOS

En el estudio se plantearon los siguientes objetivos :

- a) Determinar las concentraciones de plomo en sangre en un grupo seleccionado de niños de 2 a 10 años a fin de contar con un nivel basal que permita poder evaluar los cambios en dichas concentraciones asociadas con diferentes intervenciones.
- b) Identificar los factores ambientales, socioeconómicos y comportamentales que influyen en los niveles de plomo en sangre.
- c) Determinar los valores de plomo en sangre en niños de mayores de 10 años y adultos a fin de contar con un nivel basal que permita poder evaluar los cambios en dichas concentraciones asociadas con diferentes intervenciones.

III. METODOLOGIA

3.1 POBLACIÓN ESTUDIADA

El estudio de tipo aleatorio fue realizado en la ciudad de La Oroya, los días 22 al 28 de noviembre de 1999, seleccionándose a niños preescolares y escolares cuyas edades están comprendidas entre los 2 y 10 años y pobladores mayores de 10 años. Los centros educativos y la población fueron seleccionados aplicando el criterio epidemiológico y teniendo en cuenta que estuvieran localizados a diferentes distancias de la fundición, en zonas comerciales o residenciales de intenso tráfico vehicular y con nivel socioeconómico medio - bajo, en la selección participaron la DISA y la OGE de Huancayo- Junin.

La selección de los 346 niños fue realizada en 11 centros de educación inicial y primaria localizados en La Oroya Antigua, La Oroya Nueva y Santa Rosa de Sacco. Los niños de 2 a 6 años (n = 90) cuya edad osciló entre los 3 a 6 años fueron seleccionados de 4 Centros de Educación Inicial, los niños de 6 a 10 años (n = 256) seleccionados de Centros de Educación Primaria. La población participante mayor de 10 años (n=199) fue seleccionada de las mismas localidades.

El procedimiento de trabajo aplicado en los centros educativos y hospitalarios fue específico para cada uno de ellos.

3.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la obtención de información se diseñó un cuestionario breve tipo encuesta, aplicado a los padres o la persona responsable del cuidado de los niños mediante entrevista directa, con una duración de 10 a 15 minutos. La encuesta aplicada indagó acerca de las características físicas del niño, características de la vivienda y del área de ubicación de la misma, exposición al tráfico vehicular, hábitos de riesgo del niño, comportamiento, rendimiento escolar, fuentes de contaminación ambiental, otras fuentes de exposición y ocupación de los padres. La encuesta a las mujeres post parto inmediato además consideró las siguientes características, exposición a plomo durante el período de gestación y exposiciones anteriores, ocupación de la madre y de la pareja, hábitos de fumar, tipo de alimentación e historia reproductiva.

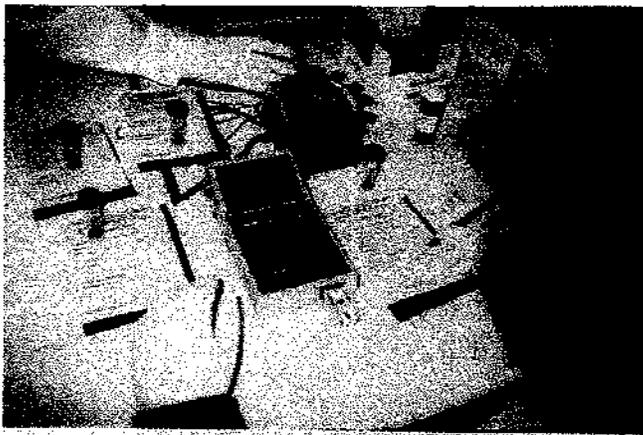
3.3 ETICA

En el estudio participaron únicamente aquellos niños que presentaron una autorización por escrito de sus padres o persona responsable de su cuidado y además acompañadas por ellos.

3.4 MEDIDAS DE PESO Y TALLA

Los niños fueron pesados con una balanza de precisión de 100g. y medidos con una cinta métrica con precisión de 1 cm. en los centro escolares y centros hospitalarios. Por razones de procedimiento, los niños se pesaron y midieron con ropa.

3.5 DETERMINACIÓN DE PLOMO EN SANGRE



Se aplicó tecnología de punta en la determinación de plomo en sangre, lo que permitió una mayor fluidez en la entrega de los resultados requiriendo de una muestra mínima de sangre. Se utilizaron dos equipos portátiles "Lead Care" basado en voltametría anódica, cuya sensibilidad es de 1.4 y 65 ug/dl. adecuada para medir concentraciones de plomo en sangre.

Los análisis confirmatorios se realizaron cuando los resultados con el equipo Lead Care superaban los 30 $\mu\text{g/dl}$, utilizándose la técnica convencional basada en absorción atómica.

3.5.1 TOMA DE MUESTRA DE SANGRE

El lavado de manos especialmente de las yemas de los dedos, fue un paso previo muy importante en la determinación de plomo, ya que la muestra de sangre era extraída del dedo anular, por punción dactilar utilizándose lancetas descartables. La cantidad requerida fue de tres gotas (50 μg)

Para los análisis confirmatorios por la técnica convencional requirió de una muestra de sangre 3 centímetros cúbicos obtenida por punción venosa, para lo cual fue necesario solicitar la el consentimiento del padre o apoderado del niño.

Se tomaron medidas para que el ambiente de trabajo se encontrara libre de plomo, así mismo los insumos y equipos utilizados para el estudio fueron libres de plomo. La toma de muestra de sangre y los análisis fueron realizados sobre una mesa con una cubierta libre de plomo, para minimizar la contaminación externa, el personal de laboratorio estaba debidamente uniformado de blanco y utilizó guantes descartables los que eran eliminados al contaminarse con sangre.

3.6 ANÁLISIS DE DATOS

Se elaboró un cuestionario electrónico y el ingreso de datos se realizó utilizando el programa estadístico EPI - INFO 6.04b y y Stata 5.0, elaborándose tablas y frecuencias de las variables registradas; para identificar los predictores importantes de plomo en sangre. Se realizaron análisis univariados para todas las variables, con el fin de detectar y corregir valores fuera de rango y errores de digitación; posteriormente, para explorar las diferencias entre las distintas variables estudiadas, se utilizaron modelos bivariados y multivariados. Puesto que la edad y la zona de residencia resultaron ser predictores importantes de las concentraciones de plomo en sangre, la asociación entre las diferentes variables se evaluó ajustando por diferencias en edad y zona de residencia. El ajuste estadístico se realizó incluyendo estas variables en los modelos de regresión o estratificando la muestra; para este último procedimiento, se aplicaron análisis por separado para cada zona de estudio. Una vez identificados los predictores importantes de plomo en sangre, se

realizaron análisis multivariados, donde se evaluó el efecto de las diferentes variables de manera conjunta. Los niveles de plomo en sangre se analizaron en escala continua; para las pruebas de significancia estadística, se utilizó la transformación del logaritmo natural con el fin de normalizar la distribución de las concentraciones de plomo en sangre. También se evaluó la asociación de las variables estudiadas con el riesgo de tener valores de plomo por arriba de los 10 ug/dl, 20 ug/dl y 44 ug/dl. Para este análisis, la variable de medición se transformó en una variable indicadora, utilizándose modelos de regresión logística. Se realizaron análisis bivariados. Posteriormente se aplicaron modelos de regresión, considerando el efecto de las diferentes variables de manera conjunta. Los niveles de plomo en sangre se analizaron en escala cuantitativa continua, las pruebas de significancia estadística se realizaron utilizando la regresión lineal múltiple; prueba del chi cuadrado, para evaluar la asociación entre las variables cualitativas, la prueba de Kruskal-Wallis para comparar los niveles promedio de plomo en sangre con las diferentes variables cualitativas que tienen mas de dos categorías. La elaboración de los cuadros y gráficos se realizó mediante el programa de Microsoft Excel y la elaboración del presente informe a través del programa Microsoft Word.

IV. RESULTADOS

En el período comprendido entre el 22 al 28 de noviembre de 1999 se evaluaron 545 personas entre niños y adultos en las tres zonas seleccionadas de La ciudad de la Oroya siendo estas : La Oroya Antigua , La Oroya Nueva y Santa Rosa de Sacco. Los 346 niños entre los 3 a 9 años de edad fueron seleccionados de 11 centros educativos y los 199 pobladores mayores de 10 años fueron seleccionados también en las tres localidades antes mencionadas.

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN INFANTIL

La edad promedio de los niños fue 7,0 años con una desviación estándar (D.E.) de 1,4 años. El promedio de plomo en sangre en los niños que participaron en el estudio fue de 33,6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (n = 346) D.E = 12,9, Media Geométrica =32,8 $\mu\text{g}/\text{dl}$) presentando el 99,1% niveles de plomo en sangre mayor a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y el 85,9 % mayor de 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Concentrándose el 67,0% en el rango de 20.1 a 44 $\mu\text{g}/\text{dl}$.(Ver Tabla y Gráfico N° 1 - 2)
El 50,3% de los niños evaluados correspondió al sexo masculino. (Ver Tabla y Gráfico N°3)

4.1.1 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN LA EDAD

El mayor promedio de plomo en sangre fue registrado en los niños de 2 a 4 años de edad 38,9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ mientras que en los niños de 8 a 10 años de edad, el promedio de plomo en sangre fue de 30,6 $\mu\text{g}/\text{dl}$. El valor mínimo fue de 6,9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y el máximo 79,9 $\mu\text{g}/\text{dl}$ registrado en el grupo de niños de 4 a 6 años de edad. (Ver Tabla y Gráfico N°1)

4.1.2 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN LOCALIDAD

A) LA OROYA ANTIGUA

En La Oroya Antigua el promedio de plomo en sangre fue de 43,5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (n=139), D.E. y M.G. donde el 100% presentó niveles mayores a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y el 99,3% niveles mayores a 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$, concentrándose el 58,3% en el rango de 20 a 44 $\mu\text{g}/\text{dl}$. (Ver Tabla y Gráfico N°4 y 5)

B) LA OROYA NUEVA

En La Oroya Nueva se registró un promedio de plomo en sangre de 26,6 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (n=162), donde el 98,2% presentaron niveles mayores a 10 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y el 74,7 % niveles mayores a 20 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Concentrándose el 71,6 % en el rango de 20,1 a 44 $\mu\text{g}/\text{dl}$. (Ver Tabla y Gráfico N°4 y 5)

C) SANTA ROSA DE SACCO

El promedio de plomo en sangre en Santa Rosa de Sacco fue de 28,6µg/dl (n = 45) donde el 100 % presentó niveles mayores a 10µg/dl y el 86,7% niveles mayores a 20µg/dl, concentrándose el 82,2% en el rango de 20,1 a 44 µg/dl. (Ver Tabla y Gráfico N°4 y 5)

4.1.3 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE POR CENTROS EDUCATIVOS

En La Oroya Antigua se evaluaron 5 centros educativos, 3 de primaria y 2 de inicial

A) LA OROYA ANTIGUA

Los niños de nivel inicial evaluados en la Oroya Antigua, presentaron promedios de plomo en sangre 5 veces mayor al límite permisible, siendo este promedio mayor, en relación a los niños de nivel primario que presentaron 4 veces el límite permisible, lo que se detalla a continuación.

CENTROS DE EDUCACION INICIAL : HEREDEROS DE CACERES Y BASADRITO.

Las edades de los niños oscilaron entre los 3 a 6 años registrándose el mayor promedio de plomo en sangre en el C.E.I Herederos de Cáceres 55,2µg/dl, concentrándose el 50% en el rango de 44 a 70µg/dl, superando en 5 veces el límite permisible, seguido del C.E.I. Basadrilo concentrándose el 75% en el rango de 40,1 a 70µg/dl. Ninguno de los niños participantes de estos C.E.I. presentaron valores menores de 10 y 20 µg/dl, (Ver Tabla y Gráfico N°6 - 7)

CENTROS DE EDUCACION PRIMARIA: JORGE BASADRE, MANUEL SCORSA, NUESTRA SEÑORA DE FATIMA

En los Centros de Educación Primaria las edades de los niños oscilaron, entre los 6 a 10 años, encontrándose el promedio más alto de plomo en sangre en el C.E. Jorge Basadre siendo el promedio de 47,3µg/dl, donde el 70,6% se concentró en el rango de 44,1 a 70µg/dl, seguido del C.E. Manuel Scorza el cual presentó un promedio de plomo en sangre de 42,5µg/dl., concentrándose el 59,6% en el rango de 20,1 y 44µg/dl, y el C.E. Nuestra Señora de Fátima el promedio de plomo en sangre fue de 38,5µg/dl, concentrándose el 75,9% en el rango de 20,1 a 44µg/dl. (Ver Tabla y Gráfico N°6 y 7)

B) SANTA ROSA DE SACCO

En Santa Rosa de Sacco se evaluaron 3 centros educativos, 2 de nivel inicial y 1 de nivel primario. El promedio de plomo en sangre fue ligeramente mayor en los niños del nivel inicial que en los niños de primaria.

CENTROS DE EDUCACION INICIAL : SAN PABLO, NUESTRA SEÑORA DE FATIMA

Las edades de los niños de nivel inicial oscilaron entre los 3 a 6 años, el mayor promedio de plomo en sangre se registró en el C.El. San Pablo presentando 32,2 μ g/dl, concentrándose el 57,1% en el rango de 20,1 a 44 μ g/dl y el 28,6 en el rango de 10,1 y 20 μ g/dl; seguido del C:E:l. Nuestra Señora de Fátima cuyo promedio de plomo en sangre fue de 28,5 μ g/dl concentrándose el 88,9% en el rango de 20.1 a 44 μ g/dl. (Ver Tabla y Gráfico N°8 y 9)

CENTRO DE EDUCACION PRIMARIA : DANIEL ALCIDEZ CARRION

Las edades de los niños de nivel primario oscilaron entre 6 a 9 años. Siendo el promedio de plomo en sangre en el C.E. Daniel Alcidez Carrión de 27,4 μ g/dl, concentrándose el 85% en el rango de 20,1 a 44 μ g/dl. (Ver Tabla y Gráfico N°8 y 9)

C) LA OROYA NUEVA

En La Oroya Nueva fueron evaluados 3 centros educativos, siendo 1 de nivel inicial y 2 de nivel primario. El promedio de plomo en sangre registrado en el centro de educación inicial, fue ligeramente mayor a los presentados en los centros de educación primaria.

CENTRO DE EDUCACION INICIAL : BARCIA BONIFATY

En el Centro de Educación Inicial Barcia Bonifaty la edad de los niños osciló entre los 4 a 6 años, presentando un promedio de plomo en sangre de 29,2 μ g/dl, concentrándose el 83,7% en el rango de 20,1 a 44 μ g/dl.(Ver Tabla y Gráfico N°10 y 11)

CENTRO DE EDUCACION PRIMARIA : FRANCISCO BOLOGNESI Y MIGUEL GRAU

En los Centros de Educación Primaria, la edad de los niños osciló entre los de 6 a 9 años, presentándose el mayor promedio en el C.E. Francisco Bolognesi 27,8 μ g/dl, concentrándose el 73,8% en el rango de 20,1 a 44 μ g/dl; seguido del C.E. Miguel Grau cuyo promedio de plomo en sangre fue de 22,9 μ g/dl, concentrándose el 57,3% en el rango de 20,1 a 44 μ g/dl. (Ver Tabla y Gráfico N°10 y 11)

4.1.4. FUENTES DE EXPOSICIÓN AL PLOMO

A) HÁBITOS DE RIESGO - TIPO MANO - BOCA

Los items investigados fueron llevarse los dedos y objetos a la boca, comer morder o chupar lápices, crayolas, plastilina, cuentas, juguetes y tierra. Al analizar la información se observó que el hábito de llevarse los dedos a la boca lo manifestó el 50,6% (n = 175) de los niños y el 46,8% (n =162) manifestó chupar lápices de madera (Ver Tabla y Gráfico N° 16). En cuanto al material de los juguetes de los

niños el material que predominó fue el plástico en un 94,5% (n = 327) (Ver Tabla y Gráfico N° 16) El 44,5 % (n =154) de los padres refirieron que los niños se lavan las manos a veces y frecuentemente el 37,8% (n = 131). (Ver Tabla y Gráfico N°17)

B) TRÁFICO VEHÍCULAR

En esta variable se observaron los siguientes puntos: la densidad del tráfico vehicular, la modalidad de traslado al centro educativo, el tiempo de espera del transporte y la cercanía de la vivienda a las vías de transporte. En cuanto a la densidad del tráfico vehicular el 38,5% de la población encuestada refirió vivir cerca a vías de alto tránsito vehicular y el 25,1% a vías de mediano tráfico vehicular . (Ver Tabla y Gráfico N°18)

Acerca del medio utilizado para trasladarse al centro educativo el 57,4% refirió movilizarse a pie y el 39,7% en medios de transporte. (Ver Tabla y Gráfico N°13) Del 42,1% que utilizan vehículos motorizados como medios de transporte el 10,3% espera el transporte más de 15 minutos.

Al preguntarse a los padres cuales son las áreas de recreo de los niños el 50% contestó la casa y el 39,7% ambos ambientes (la casa y la calle). (Ver Tabla y Gráfico N°14)

El 39,0% de la población evaluada manifestó vivir en calles o jirones y el 29,0% en avenida, pasaje o cruce avenidas, (Ver Cuadro y Gráfico N° 20).

C) PINTURA

En este punto se interrogó al padre de familia o apoderados, respecto al pintado de la casa o habitación, refiriendo el 51,4%, haber pintado hace un año, al especificar el tipo de pintura, el 59,5% manifestó haber utilizado pintura lavable. (Ver Cuadro y Gráfico N°).

D) OBTENCIÓN DE AGUA

El valor promedio de plomo en el agua de consumo de las muestras obtenidas en la Oroya fue de 0,025 mg/L, siendo el limite permisible 0,01 mg/L, (según la OMS) existiendo diferencias entre zonas (Ver Anexo N°4)

Al preguntar sobre el abastecimiento de agua de consumo, el 36,4% refirieron abastecerse de la pileta pública, 29% de cilindros los cuales están cubiertos de brea y pintura y 28% tiene conexión domiciliaria.

En relación al modo de consumir el agua, el 50% refirió tomar agua hervida y 47,7% directamente de caño.

E) OCUPACIÓN DE LOS PADRES

En la ocupación del padre con niveles elevados de plomo en sangre, resaltaron los vigilantes 22% trabajadores obreros de la planta metalúrgica 21,7%, y otros oficios

relacionados al uso de plomo 15,3% estos padres de familia al llevarse, la ropa de trabajo a la casa, están exponiendo la salud de sus hijos y familiares. En cuanto a la ocupación de la madre el 68,8%, se dedica a las tareas de la casa y el 12,7% se dedica al comercio

4.1.5 EXPOSICIÓN AL PLOMO ASOCIADO AL COMPORTAMIENTO

A) RENDIMIENTO ESCOLAR

En relación al progreso escolar el 6,9% reprobó algún grado escolar y el 18,2% reprobó inicial, en cuanto al rendimiento el 2,3% obtuvo bajas notas (menor de 10) y el 40,5 % notas regulares (entre 11 y 14), el 57% obtuvo notas superiores a 14.

Los resultados mostraron que el 2,47% de los niños con bajo rendimiento escolar, presentaron un promedio de plomo en sangre de $13,4\mu\text{g}/\text{dl}$ siendo este promedio ligeramente más alto a los que refirieron tener un rendimiento bueno. Al preguntar si el niño a desaprobado algún año escolar, el 3,06% respondió que sí, los mismos que presentaron un promedio de plomo en sangre de $18,7\mu\text{g}/\text{dl}$ mayor respecto a los que no desaprobaron. (Ver Cuadro y Gráfico N°21).

B) COMPORTAMIENTO

Al preguntarse a los padres de familia participantes en el estudio acerca del comportamiento del niño referidos a los aspectos del comportamiento el 27,2% indicaron alta distracción, 30,9% alta hiperactividad y el 23,7% alta irritabilidad. (Ver Tabla y Gráfico N°19)

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

En el estudio participaron 199 personas mayores de 10 años, siendo la edad máxima 83 años y el promedio de edad de 35 años. D.E. = $16,2\mu\text{g}/\text{dl}$. M.G. = 28,6 procedentes de las localidades de La Oroya Antigua % (n = 102), La Oroya Nueva % (n = 75) y Santa Rosa de Sacco % (n = 22). Los que presentaron un promedio de plomo en sangre de $36,5\mu\text{g}/\text{dl}$.

4.2.1 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE EN LA POBLACION SEGÚN LA EDAD

La edad mínima fue 10 años y la máxima 83 años, al dividirse a la población por rangos de edad, se observa que las personas mayores de 60 años no presentaron valores mayores de $70\mu\text{g}/\text{dl}$. En el rango de edad de 10 a 15 años el mayor porcentaje ($8,9\mu\text{g}/\text{dl}$. del total) se registró entre entre los 20 a 44 $\mu\text{g}/\text{dl}$.

4.2.2 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN LOCALIDAD

Se observó una variación significativa entre las localidades. El promedio mayor se registró en la localidad de Santa Rosa de Sacco $39,9\mu\text{g/dl}$, ($n = 102$) con D.E. = $15,2$ seguido de La Oroya Antigua $35,8\mu\text{g/dl}$ ($n = 77$) con D.E. = $16,6$ y el menor valor de plomo en sangre en la localidad La Oroya Nueva $33,8\mu\text{g/dl}$ ($n = 22$) con una D.E. = $19,1\mu\text{g/dl}$. El valor de plomo en sangre máximo se registró en La Oroya Nueva $83\mu\text{g/dl}$.

4.2.3. NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN GRADO DE INSTRUCCIÓN

En cuanto al grado de instrucción el porcentaje más alto de participantes $47,3\%$ ($n=95$) presentó instrucción secundaria y niveles de plomo en sangre en los rangos mayor de 10 hasta $70\mu\text{g/dl}$, concentrándose el mayor porcentaje $25,4\%$ ($n = 51$) en el rango de $20,1$ a $44\mu\text{g/dl}$

4.2.4 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN ESTADO CIVIL

El estado civil predominante fue el estar casado $49,7\%$ ($n=100$) el mayor porcentaje $23,9\%$ ($n = 48$) de plomo en sangre se concentró en el rango de $20,1$ a $44\mu\text{g/dl}$.

4.2.5 NIVELES DE PLOMO EN SANGRE SEGÚN TRAFICO VEHÍCULAR

Del total de personas evaluadas el $22,4\%$ ($n=45$) manifestaron que su vivienda se encuentra localizada en un pasaje, de los cuales el $1,5\%$ ($n = 3$) presentaron niveles de plomo en sangre mayor de $70\mu\text{g/dl}$. El $41,8\%$ ($n = 84$) manifestó que su vivienda está localizada en una calle, encontrándose los mayores niveles de plomo en sangre entre los $10,1$ a $70\mu\text{g/dl}$. y concentrándose en el rango de $20,1$ a $44\mu\text{g/dl}$. las demás participantes que no refirieron esta condición.

En cuanto al tráfico vehicular se observa que ninguna de las personas que manifestaron vivir en zona de alto tráfico vehicular, no presentaron niveles de plomo en sangre mayor de $70\mu\text{g/dl}$. El mayor porcentaje $19,4\%$ ($n = 39$) se concentró en el rango de $20,1$ a $44\mu\text{g/dl}$.

V. DISCUSIÓN

Los infantes y los niños constituyen la población más vulnerable a la exposición de niveles elevados de plomo, lo que se acrecienta con la situación de pobreza, escaso acceso a los servicios de agua y desagüe, desnutrición, susceptibilidad, así como las condiciones de hábitos y costumbres. Sumándose a todos estos factores de riesgo la cercanía a la fuente contaminante, la constante emisión y la alta concentración de las partículas de plomo en la atmósfera.

Una de las principales razones que explica el porque los niños presentan niveles altos de plomo en sangre, se debe a que estos se caracterizan por explorar su entorno con las manos y la boca, (al ingerir el polvo con partículas de plomo, de superficies, objetos y paredes con pinturas a base de plomo) siendo entonces la vía digestiva la principal vía de ingreso en el organismo (Bartrop y Khoo, 1975; Johnson y Tenuta 1979).

Por otra parte el organismo de los niños, por su rápido metabolismo, tiene la capacidad de absorber el plomo en porcentajes más altos que en los adultos: los niños absorben aproximadamente el 50% del plomo de su dieta; mientras que los adultos tienen una tasa de absorción de alrededor del 5% al 10%. Mahaffey en 1981 demostró que cuando la cantidad de plomo ingerido supera los 5 mg/Kg de peso corporal, los niños absorben y retienen relativamente más plomo

En la actualidad no se conoce con exactitud un nivel de exposición al plomo ni una edad crítica donde se presenten los signos y síntomas de intoxicación, lo mismo sucede en relación a los efectos irreversibles; sin embargo la edad en la que podría presentarse este problema estaría en la primera infancia, tiempo en el cual se desarrolla el 50% del sistema nervioso. Algunos estudios reportan que la mayor velocidad de acumulación y por lo tanto de incremento en los niveles de plomo en sangre se observan alrededor de los dos años, (DIGESA 1999) (Lopez 1999).

Los niveles de plomo en sangre es el resultado de un proceso dinámico y constituye el producto de exposiciones recientes. El CDC ha clasificado los niveles de plomo en sangre en 5 rangos siendo el último rango mayor de 70 $\mu\text{g}/\text{dl}$, clasificado como emergencia médica, pudiendo ocasionar encefalopatía y muerte. Los sobrevivientes de encefalopatías pueden ser víctimas de secuelas incapacitantes, durante el resto de su vida, así como presentar convulsiones y retraso mental

Hernández 1996, recomienda tratamiento médico a partir de los 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y no entre los 10 y 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ ya que dicho tratamiento tiene riesgo de complicación médica importante. Las acciones recomendadas para niños con valores entre 10 y 40 $\mu\text{g}/\text{dl}$ son la identificación y el control de las fuentes, según el CDC se debe manifestar, a estos niveles una disminución en: la síntesis de la hemoglobina, en el metabolismo de la vitamina D, en la velocidad de la conducción nerviosa, en la audición, en el crecimiento y en el coeficiente intelectual.

Algunas investigaciones afirman que las concentraciones de plomo en sangre están más elevadas en las poblaciones que viven cerca a fuentes fijas de emisión de plomo. En estos estudios el promedio de plomo en niños de 2 a 7 años en el Brasil fue de 39,0 $\mu\text{g}/\text{dl}$ y en niños de 1 a 6 años en Nicaragua de 11,5 $\mu\text{g}/\text{dl}$ (OPS /OMS/ECO 1996).

El polvo contaminado con plomo que se encuentra en el aire y el suelo es acarreado en la ropa y zapatos a la vivienda, especialmente en los obreros y vigilantes que trabajan o viven en áreas cercanas a una fundición de plomo; lo que incrementan la carga de plomo en la sangre del niño. (Abbritti et al, 1922).

En el estudio realizado en La Oroya, se contó con la información previa de los niveles de contaminación existente en la zona especialmente de La Oroya Antigua, donde los resultados de la evaluación de la calidad del aire respecto al plomo fueron alarmantes, detectándose los mayores niveles de contaminación en el aire en horas de la mañana especialmente a las 11:00 de la mañana lo que sobrepasó en 17.5 veces más el estándar. Esto es necesario considerar ya que los niños al jugar aumentan su frecuencia respiratoria aspirando mayores volúmenes de aire y al encontrarse en un ambiente contaminado se incrementan los niveles de plomo en sangre.

El agua de consumo en la Oroya Antigua también presentó, valores ligeramente altos de plomo en relación a los valores en la Oroya Nueva y Santa Rosa de Sacco, lo cual acrecienta la exposición de estos niños al plomo.

Por los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad del aire y del agua, realizada por la DIGESA, a la Planta Metalúrgica de La Oroya, se estima que también el suelo se encuentre contaminado con partículas de plomo entre otras sustancias químicas, las cuales son absorbidas por las raíces de las plantas, que constituyen parte del alimento de los pobladores así como del ganado, este último también, consumido finalmente por el hombre, siendo este otro medio de ingreso al organismo, aunque en menor valor. También si no hubiera costumbre de lavar las verduras antes de consumirlas, sobre las hojas se pueden depositar estas partículas de plomo entre otras, contaminándolas, o sobre los alimentos descubiertos.

En nuestro estudio corroboramos la afirmación de que los niveles más altos de plomo en sangre se presentan en las zonas que se encuentran más cerca a la fuente principal que en este caso es la fundición. El promedio de plomo en sangre en La Oroya Antigua fue de $43,5\mu\text{g}/\text{dl}$, en Santa Rosa de Sacco de $28,7$ y en La Oroya Nueva de $26,6\mu\text{g}/\text{dl}$. Es posible que factores como el fenómeno de la inversión térmica influya en estos resultados.

La cantidad de partículas de plomo que son emitidas por la planta metalúrgica y transportadas por el aire a través del viento, al parecer es la causa principal de los valores altos de plomo en sangre de los niños. No se halló diferencia significativa entre los niños que pasan el mayor tiempo en sus viviendas, con los que están jugando en la calle. En la medida, que los humos se esparcen en la atmósfera respirable, es factible que ingrese por vía respiratoria y al caer al suelo, el piso y el polvo en las calles, veredas y casas se contaminan, penetrando posteriormente al organismo de los niños y cuando estos se llevan las manos a la boca, facilitan el ingreso del plomo por vía digestiva.

Los valores más altos de plomo en sangre fueron detectados en los niños del rango de edad de 2 a 4 años, no encontrándose diferencia significativa con los niños mayores de 4 años hasta los 10 años de edad, en los que se realizó el estudio. Quedando aún por determinar el nivel de exposición, en el cual se inician los signos y síntomas.

Los dos centros de educación inicial localizados en La Oroya Antigua, cercanos a La Fundición presentaron los promedios de plomo en sangre más altos $55,2$ y $53,7\mu\text{g}/\text{dl}$, sobrepasando en 5 veces el límite permisible según los parámetros establecidos por la OMS, estando clasificado según el CDC como de moderadamente elevado.

Al compararse el promedio de plomo en sangre ($47,5\mu\text{g}/\text{dl}$) del C.E. Primario Jorge Basadre en la Oroya Antigua el más cercano a la fundición, donde se evaluaron a niños de 6 a 10 años de edad, y el promedio de plomo en sangre ($40,7\mu\text{g}/\text{dl}$) obtenido en el C.E. Primario María Reiche del Callao

en niños de la misma edad, identificándose al depósito de concentrados de minerales, como la fuente principal. En ambos casos se confirmó que los niveles más altos de plomo en sangre, se encontraron en lugares muy cercanos a la fuente contaminante.

En el estudio fueron detectados 2 niños y 3 pobladores entre los 16 a 60 años con niveles de plomo en sangre mayor a 70 μ g/dl, al examen, no presentaron signos ni síntomas característicos, ni evidenciaron una correlación clínica-toxicológica (es decir no presentaron evidencia de cambios anatómo-fisiológicos serios o cambios en la esfera psicológica en las áreas motoras sensitivas, neurocomportamentales ni de inteligencia). Sin embargo estos niveles de plomo en sangre son de considerable importancia para realizar acciones de intervención.

En cuanto a los hábitos del niño de la Oroya, donde el 50,6% se lleva los dedos de la mano a la boca y donde el 16,8% refiere lavarse las manos siempre, es comprensible que los valores de plomo en sangre sean altos, La escasa o poca frecuencia de lavarse las manos, acrecienta el riesgo en los niños de presentar niveles altos de plomo en sangre, al llevarse los dedos a la boca, hacen posible el ingreso de estas partículas de plomo, que se encuentra depositados en todas las superficies (piso de tierra, paredes, pistas, veredas, pisos de material de construcción) y objetos, en el organismo.

Los niveles de plomo en sangre se incrementan en el grupo de niños que chupán y muerden lápices de madera (46,8% y 16,2% respectivamente). Los juguetes que los padres de familia compran a sus hijos son generalmente de plástico y pintados de colores rojo y amarillo siendo la pintura de estos juguetes otra fuente de contaminación al ser descascarados por ellos mismos con la boca o las manos.

En la Oroya Antigua principalmente donde se encuentra las instalaciones de la fundición del Complejo Metalúrgico y en las localidades aledañas la población acarrea partículas de plomo en su ropa constantemente por estar expuestos a las emisiones del complejo. El nivel de contaminación en la vestimenta aumentará con la mayor cercanía a la fundición. En relación a la ocupación de los padres el 22% fueron vigilantes, 21,7% trabajadores obreros de la planta metalúrgica y el 15,3% se dedicaba a otros oficios relacionados con el uso de plomo. En cuanto a la ocupación de la madres el 68,8%, se dedica a las tareas de la casa y el 12,7% se dedica al comercio.

En cuanto a la población evaluada mayor de 10 años se pudo observar que el promedio de plomo en sangre fue mayor en Santa Rosa de Sacco, seguido de La Oroya Antigua y de La Oroya Nueva. Al cruzar las diferentes variables analizadas respecto a los niveles de plomo se pudo observar que estas eran indiferentes ya que siempre el mayor porcentaje 54,7% de plomo en sangre se concentró en el rango de 20, a 44 μ g/dl. (n = 110)

CONCLUSIONES

1. El estudio realizado en 346 niños de 2 a 10 años de edad, en tres localidades de La Oroya presentó un promedio de plomo en sangre de $33,6\mu\text{g}/\text{dl}$, donde el 99,1% sobrepasó el límite permisible (OMS). El 0,9% presentó valores menores a $10\mu\text{g}/\text{dl}$ los que correspondieron a niños que recientemente se encontraban en la zona. Los valores más altos de plomo en sangre $38,6\mu\text{g}/\text{dl}$ fueron detectados en el grupo etáreo correspondiente a los niños de 2 a 4 años de edad.
2. Los niveles de plomo en sangre obtenidos en La Oroya Antigua fueron, en comparación de las otras dos localidades (Santa Rosa de Saco y La Oroya Nueva), los más altos. El promedio fue de $43,5\mu\text{g}/\text{dl}$ presentándose los valores más altos en los niños pre-escolares $55,2\mu\text{g}/\text{dl}$ y menor en los escolares hasta los 10 años de edad siendo este de $38,5\mu\text{g}/\text{dl}$.
3. En la población evaluada desde el punto de vista del examen clínico, no se objetivaron signos ni síntomas de intoxicación crónica por plomo.
4. Solo el 2,6% de los niños presentaron notas inferiores a 11 puntos por lo que el rendimiento escolar no es mayormente afectado por la exposición ambiental a plomo, teniéndose en consideración que el promedio de plomo en sangre en los niños de La Oroya fue tres veces más el límite permisible.
5. Un reducido porcentaje de los padres de familia (20%) manifestó que sus hijos presentan problemas asociados a la distracción, hiperactividad e irritabilidad.
6. Las diferentes variables analizadas no influyeron en los niveles de plomo en sangre presentados en la población evaluada, lo que sugiere que los altos niveles de plomo en sangre en la población mayor de 10 años evaluada sea debida a las emisiones del complejo metalúrgico.
7. El promedio de plomo en sangre en la población evaluada en La ciudad de La Oroya mayor de 10 años se encuentra 3 veces por encima del límite permisible ($10\mu\text{g}/\text{dl}$. considerando el mismo límite de niños) y se encuentra dentro de los valores de exposición ocupacional.

RECOMENDACIONES

1. Establecer un Sistema de Vigilancia Ambiental, mediante:
 - 1.1. Monitoreo ambiental de los recursos aire, agua, alimentos y suelos tanto urbanos como urbano-marginales con un calendario preestablecido.
 - 1.2. Monitoreo biológico de la población infantil y adulta de las tres localidades estudiadas. Se determinará concentración de plomo así como sus metabolitos.
2. De acuerdo a los resultados de la medición de plomo, se evaluarán psicológicamente a los niños, recomendándose criterios de tratamiento si el caso lo amerita.
3. Establecer los criterios de tratamiento tanto para niños como para adultos así como los niveles de inicio de dicho tratamiento.
4. Formar una mesa de trabajo con todas las partes involucradas en el problema para buscar soluciones en conjunto.
5. Estimular la participación de la comunidad en el cambio de comportamiento para disminuir la exposición al plomo ambiental, bajo el asesoramiento del sector salud y educación.

RECOMENDACIONES

HOGARES Y COLEGIOS

Habiéndose detectado que la hora de mayor concentración de plomo en el aire es a las 11:00 a.m. se deberá coordinar con el sector educación para que se dicten las medidas necesarias.

- Evitar que el horario de recreo del niño se realice a las 11:00 a.m., así como tampoco el curso de educación física. Se deberá solicitar a los profesores y padres de familia promover y supervisar en continuo lavado de las manos en los niños.
- Limpiar el patio en húmedo para retirar las partículas de polvo con plomo del suelo y paredes de los lugares donde juega el niño.
- En el caso que el piso sea de tierra se deberá sembrar pasto de la zona, que no requiera de mucha agua. Colocar un paño húmedo en la entrada de los centros educativos pavimentados y en cada una de las puertas de las aulas.
- Se deberán tomar las medidas necesarias en cuanto a personal de limpieza para que las medidas de limpieza del centro educativo se efectúen en las horas indicadas. (Antes de la hora de ingreso, antes del recreo y antes de la salida).
- Las horas en que la población deberá estar con las puertas y ventanas cerradas es a las 11:00 a.m. La limpieza de las viviendas deberá realizarse diariamente y nuevamente después de las 11:00 a.m. aunque halla permanecido con puertas y ventanas cerradas.
- Todas las superficies deberán limpiarse con un paño húmedo para disminuir el contacto de estas partículas con el niño. Los alimentos y los utensilios de cocina deberán estar cubiertos de manera permanente.

MUNICIPIO

El municipio deberá incrementar el acceso de la población a los servicios de agua y desagüe y evitar o disminuir los cortes frecuentes de agua para facilitar de esta manera el mantenimiento de los hábitos de higiene, especialmente del lavado de manos.

EMPRESA METALURGICA

La empresa metalúrgica deberá participar en la mesa de trabajo en la cual se encontrarán los sectores involucrados (Minería, Salud, Educación, Transporte, Industria y Agricultura) el gobierno local, para apoyar en las acciones que se deriven de la mesa de trabajo.

MINISTERIO DE SALUD

Implementar un programa preventivo promocional, a la exposición al plomo ambiental especialmente en La Oroya Antigua.

MINISTERIO DE AGRICULTURA

Realizar acciones conjuntas en la identificación de fuentes de plomo en alimentos (vegetales y carnes y leche) de producción local y posteriormente realizar acciones de intervención, que conlleve a la disminución de los niveles de plomo en sangre.

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

Participar de la mesa de trabajo para enfatizar en las acciones de control de las fuentes contaminantes de la Empresa Metalúrgica DOE RUN.

BIBLIOGRAFIA

1. Abbritti, G., G. Muzi, T. Fiori, M.P. Accatoli, P. Morucci, F.A. Bauleo, and F. Blasi, 1992. Increased lead absorption in children living in an area with high concentration of ceramic workshops. *Med. Lav.* 83(6):576-58
2. Carreón, V. Tania, Manual de procedimientos en la Toma de Muestras Biológicas y ambientales para determinar Niveles de Plomo. México. Pag. 1, Col 1995, ECO/OPS/OMS.
3. Centers For Disease Control And Prevention - CDC-, 2000, el uso de proporción de isótopos para identificar las fuentes de plomo que contribuyen a intoxicaciones infantiles por plomo en la Provincia Constitucional del Callao, Perú.
4. Centers for Disease Control. Preventing Lead Poisoning in Young Children. US Dept of Health and Human Services. Atlanta, GA, 1991.
5. Christopher P. Howson, col 1996, Instituto de Salud Pública - México, Instituto de Medicina EUA. El Plomo en América
6. ECO/OPS (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud/Organización Panamericana de la Salud). 1995. Manual de Procedimiento en la Toma de Muestras Biológicas y ambientales para Determinar Niveles de Plomo, T. Carreón Valencia, L. López Carrillo, and I. Romieu, eds, México
7. EPA 1978 "Promulgación de la Norma Nacional de la calidad del aire del ambiente con respecto al plomo para población sensible (niños entre 1 y 5 años de edad) respecto al nivel de plomo de sangre superior a los 30ug/dl asociado a problemas en la síntesis del EHM
8. Hernández Avila, M. 1999 Trip. Report: Lima -Perú October 10-17, 1998, RE: Technical assistance to USAID / PERU for the successful application of a study to determine lead levels in blood of women and children in Lima.
9. Instituto Nacional de Estadística e Informática -INEI Perú Compendio de Estadístico Socio Demográfico 1998/1999 Síntesis. Editorial Grafica Monterrico S.A. Lima agosto 1999
10. Mahaffey, K. 1981 Nutritional factors in lead poisoning. *Nutr. Rev.* 39(10):353-362
11. Mahaffey KR. Environmental lead toxicity: Nutrition as a component of intervention. *Environ Health Perspect* 1990; 89: 75-78.
12. Major R. H. A History of Medicy. Springfield, IL: Charles C. Thomas, Publisher, 1954.
13. Mc Michael AJ, Baghurst PA, Wigg NR, Vimpani GV, Roberston EF, Roberts RJ. Poprt Piric Cohort Study: Environmental exposure to lead and children's abilities at the age of four years., *N. Engl J Med* 1988; 319: 468-475.
14. Monchinetti de Maidana MT, Marcoleri de Olguin ME, Joaquin EE, Barberis SR. Estudio epidemiológico sobre contaminación ambiental por plomo en escolares de Rio Blanco (Provincia de Jujuy) : Aspectos bioquímicos. *En: Medicina* 1993; 1(12): 25-29.
15. Needleman HL, Schell A, Bellinger D, Leviton A, Alired EN. The long-term effects of exposure to low doses of lead childhood: An 11 year follow-up report. *N Engl J Med* 1990; 322:83-88.
16. Needleman H.D, Gatsonis G.A. Low - Level lead exposure and the IQ of children: A meta- analysis of modern studies. *JAMA* 1990.
17. OPS/OMS/ECO Problema de exposición al Plomo en América Latina y el Caribe -Metepac- Estado de México, México 1996, Serie Ambiental No.16) Washington 1996
18. Piomelli, S., J. Rosen, J. Shisholm, An J. Graef. 1984 Management of lead poisoning. *J. 105* (4):523 -532)
19. Piomelli S, Rosen JF, Chisolm JJ Jr, Graef JW. Management of childhood lead poisoning. *J. Pediatr* 1984
20. Programa de Asistencia para la gestión del sector de energía (ESMAP). Eliminación del plomo en la gasolina en América Latina y el Caribe. Informe situacional, Numero 200 / Diciembre 1997. Washington D.C.
21. Sghannon MW, Graef JW. Lead intoxication in infancy. *Pediatrics* 1991; 56: 26460-26564
22. Turner AJ. Lead poisoning, among Queensland, children. *Aust Med Gazette* 1897; 16: 475 - 479. Gibson
23. Winneke G, Kramer KG, Bockxhaus A. Neuropsychological studies in children with elevated tooth-lead concentrations: I. Pilot study. *Int Arch Occup Environ Health* 1982; 51: 169 - 183.
24. WHO (1995b), Environmental Health Criteria 165 : Inorganics Lead. Geneva.