

# Investigaciones en Salud Pública

## Documentos Técnicos

Tesis de Postgrado en  
Salud Pública

---

26

Exposición a plomo ambiental  
en población infantil  
de la ciudad de Antofagasta aledaña  
a acopios de concentrado  
de este mineral

Verónica Sepúlveda Arcuch



Coordinación de Investigaciones  
División de Salud y Desarrollo Humano

Organización Panamericana de la Salud  
525 23rd Street, N.W.  
Washington, D.C. 20037-2895, EUA

Julio de 2000

---

La Serie de Documentos Técnicos fue creada por la Coordinación de Investigaciones, División de Salud y Desarrollo Humano (HDP/HDR) de la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) para difundir los documentos metodológicos, informes y reportes de las investigaciones que han sido financiadas por el Programa de Subvenciones para la Investigación de la OPS.

Los Documentos Técnicos se conciben como un medio de difusión rápida y oportuna de los resultados de investigaciones y no se constituyen en publicaciones científicamente evaluadas y profesionalmente editadas.

Las **Subvenciones para Tesis de Postgrado en Salud Pública** es una iniciativa regional que tiene como objetivos fortalecer la formación de investigadores en disciplinas de la salud pública y promover su interés para que lleven a cabo estudios e investigaciones sobre problemas relevantes de salud pública de los países de América Latina y el Caribe. En ofrecer a los profesionales de América Latina y el Caribe, inscritos en programas de postgrado en disciplinas de la salud pública a nivel de maestrías y doctorados, la oportunidad de obtener un pequeño financiamiento que apoye las actividades previstas en sus proyectos de tesis. Apoyará investigaciones en salud pública, o sea, aquellos estudios que analicen, con un enfoque poblacional, tanto los problemas relevantes de salud de diferentes grupos o poblaciones, como las respuestas sociales e institucionales a los mismos. Se otorgará preferencia a investigaciones aplicadas, con especial énfasis en las analítico-explicativas y a los estudios que propongan nuevos enfoques y metodologías.

Esta publicación puede ser citada o impresa sin restricciones, con tal que se haga una referencia apropiada a este número. Una copia debe ser enviada al Programa de Coordinación de Investigaciones, División de Salud y Desarrollo Humano.

Las opiniones expresadas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no reflejan necesariamente los criterios ni la política de la Organización Panamericana de la Salud ni de los Estados Miembros.

**Diseño del logo “Building blocks”, en la cubierta**  
Coordinación de Investigaciones/Unidad de Diseño Gráfico

**Diseño y composición de cubierta**  
Clara I. Rodríguez

**Diseño y composición de texto**  
Suzanna Stephens, M.A.

---

# Índice

RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
Definición del problema.....	2
FUNDAMENTACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL PROBLEMA .....	3
MARCO TEÓRICO .....	5
Toxicocinética .....	5
Efectos de plomo en la salud .....	7
Fuentes de plomo .....	9
Situación en Antofagasta/Chile .....	10
PRÓPOSITO .....	11
HIPOTÉSIS .....	12
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos.....	12
MATERIAL Y MÉTODO.....	13
Diseño .....	13
Variables.....	13
Población del estudio.....	17
Obtención de la información y toma de muestra.....	17
Análisis de laboratorio .....	18
Monitorización ambiental.....	18
Definiciones operacionales.....	18
Análisis estadístico.....	19
Limitaciones del estudio .....	20
RESULTADOS.....	20
Exposición ambiental .....	20
Plomo en aire.....	20
Contenido de plomo en suelo.....	21
Contenido de plomo en agua .....	21
Descripción sociodemográfica .....	21
Descripción de los niveles de plomo sanguíneos .....	23
Asociación entre niveles de plomo y factores de riesgo.....	24

---

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	30
REFERENCIAS.....	33
ANEXOS.....	37
Consentimiento informado .....	37
Cuestionario .....	39
Formulario de censo poblacional .....	55
Citación .....	57
Formulario de resumen diario .....	58
Formulario de registro de toma del examen.....	59
Hoja de seguimiento.....	61
Hoja de envió - Instituto de Salud Pública, Laboratorio de Salud Ocupacional .....	62
Hoja de Derivación (Servicio Salud Antofagasta, Departamento de Programas sobre el Ambiente) .....	63

## CUADROS Y GRÁFICAS

### Cuadros

1. Distribución de la población por sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	22
2. Distribución de hombres y mujeres según sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	22
3. Edad del niño, edad de la madre y escolaridad de la madre según sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	23
4. Estado civil de la madre por sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	23
5. Promedios geométricos de plomo en sangre $\mu\text{g}/\text{dl}$ según sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	24
6. Distribución plomo en sangre sobre y bajo $10 \mu\text{g}/\text{dl}$ según sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	25
7. Distribución plomo en sangre sobre y bajo $20 \mu\text{g}/\text{dl}$ según sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998).....	25
8. Razones de disparidad significativas para niveles de plomo $\geq 10$ y $\geq 20 \mu\text{g}/\text{dl}$ (Antofagasta, Chile, 1998).....	27
9. Asociación entre ubicación geográfica de la vivienda y niveles de plomo (Sectores expuestos, Antofagasta, Chile, 1998).....	27
10. Factores de riesgo significativos para nivel de plomo $\geq 10$ y $\geq 20 \mu\text{g}/\text{dl}$ (Sector Puerto, Antofagasta, Chile, 1998) .....	28
11. Factores significativos para nivel de plomo $\geq 10$ y $\geq 20 \mu\text{g}/\text{dl}$ (Sector Ferrocarril, Antofagasta, Chile, 1998) .....	29

---

12. Modelo de regresión lineal múltiple para niveles de plomo en sangre (Antofagasta, Chile, 1998).....	29
13. Modelo de regresión logística para valores de plomo $\geq 7$ $\mu\text{g}/\text{dl}$ (Antofagasta, Chile, 1998).....	30

## Gráficas

1. Concentraciones medias diarias PTS FCAB (1991-1998).....	4
2. Vías de absorción, distribución y eliminación del plomo en el organismo humano .....	6
3. Concentración diarias de plomo en aire ( $\text{pm}_{10}$ ), sectores ferrocarril, puerto y referencia (Antofagasta, Chile, 1998) .....	21

---

# Exposición a plomo ambiental en población infantil de la ciudad de Antofagasta aledaña a acopios de concentrado de este mineral<sup>1</sup>

Verónica Sepúlveda Arcuch<sup>2</sup>

## RESUMEN

**E**n la ciudad de Antofagasta se acopia plomo a granel en sectores urbanos, contaminando los alrededores donde existen numerosas viviendas y colegios. El objetivo de este estudio es comprobar si esta contaminación se asocia a niveles elevados de plomo sanguíneo en la población infantil que vive en esos sectores. Se reclutó 486 niños menores de siete años residentes alrededor de los sitios de acopio de plomo y 75 provenientes de un lugar sin esta contaminación. Se les aplicó una encuesta, y se les extrajo una muestra de sangre venosa. Además se midió concentración de plomo en aire, suelo y agua. Se observaron concentraciones elevadas de plomo en el suelo de los sectores expuestos. La media geométrica de plomo en sangre en niños expuestos fue de 8,7 µg/dl, y de 4,22 µg/dl en los no expuestos. Un 47,5% de los niños expuestos tuvo niveles de plomo  $\geq 10$  µg/dl, contra un 0% en los no expuestos. Algunas variables asociadas significativamente a plumbemias elevadas fueron la distancia y ubicación geográfica de la vivienda respecto de los sitios de acopio de plomo y antigüedad de la vivienda. Los modelos multivariados mostraron que vivir en los sectores contaminados tiene un OR de 24,9 [5,5–112,1] respecto de vivir en un sector de la ciudad con baja contaminación. Se concluye que la contaminación con plomo de los sectores estudiados se asocia significativamente con niveles de plomo en sangre riesgosos para la salud de los niños examinados.

---

<sup>1</sup> Proyecto de tesis de Maestría en Salud Pública auspiciado por la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile y financiado por el Programa de Subvenciones para Tesis de Postgrado en Salud Pública de América Latina y el Caribe de la Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). La autora desea manifestar su reconocimiento a las siguientes personas, quienes han colaborado con su trabajo y experiencia para el éxito de esta investigación: Dr. Manuel Zamorano, Dra. Marcela Hernando, Sra. Rosa Cisternas, Sra. Sonia Icaza, Sr. Manuel Quezada, Sr. Manuel Cortés, Srta. Fanny Zepeda, Sr. Carlos Pérez, Sr. Yerko Silva (Servicio de Salud Antofagasta), Dra. María Cristina Rojas, Sra. Pabla Castillo (Corporación Municipal de Desarrollo Social Antofagasta), Ing. Nella Marchetti (CONAMA), Dr. Gonzalo Navarrete (Instituto de Salud Pública de Chile), Sr. Juan Escudero (Centro Nacional del Medioambiente) y a todos los profesionales, madres y niños que participaron en esta investigación.

<sup>2</sup> Doctora en Medicina y Maestra de Salud Pública de la Universidad de Chile. Se desempeña en el Departamento de Programas sobre el Ambiente del Servicio de Salud Antofagasta (SSA), Bolívar 523, Antofagasta, Chile; teléfono: (+56 – 55) 20-92-30, 20 92 77; fax: (+56 – 55) 26-73-80.

## INTRODUCCIÓN

### Definición del problema

La contaminación por plomo es un problema detectado hace ya varias décadas, primero en el ambiente laboral y posteriormente en la comunidad. El plomo se encuentra presente en la corteza terrestre en forma natural, y se produce primariamente por fundición del mineral. El plomo, bajo la forma de diversos compuestos, es usado en numerosos tipos de industrias de baterías, pigmentos para pinturas, alfarería, cables y productos químicos; además, como tetraalquilo de plomo, se usa como antidetonante de la gasolina.

Como contaminante del ambiente general corresponde casi en su totalidad a formas inorgánicas del metal, excepto el derivado de la combustión de la gasolina. La gasolina plomada parece ser el mayor problema, aunque muchos países han disminuido las concentraciones de plomo en las gasolinas en los últimos años. El impacto es mayor en sitios urbanos, dado el alto tráfico vehicular (77% de la población de América Latina vive en áreas urbanas, siendo un 30% menores de 15 años) (Zejda et al., 1997). Otras fuentes de exposición identificadas son emisiones industriales, reciclaje de baterías, pinturas y barnices, agua y alimentos contaminados (Romieu et al., 1994). Una encuesta entre los países de América Latina y el Caribe reveló que la rápida industrialización durante la segunda mitad de este siglo ha llevado a un aumento importante en la exposición a plomo. La contaminación por plomo es un problema prioritario para el 72% de estos países, y en el 50% existe alguna legislación tendiente a regular el contenido de plomo en ciertos productos (Romieu, Lascasana & McConnell, 1997).

En Chile, la contaminación ambiental por plomo es un problema: la intoxicación y sobreexposición al plomo en los lugares de trabajo es frecuente, al igual que la práctica en el hogar de actividades que ocupan plomo, como soldar y hacer artesanía. Hace pocos años que se incorporó el uso de gasolina sin plomo para los automóviles nuevos, pero aún persiste la emisión contaminante de la mayoría de los vehículos. No hay norma acerca de la calidad del aire ni de alimentos no líquidos, ni un estudio de línea base que mida la contaminación ambiental por plomo en el país. Sin embargo, existe una situación puntual en la ciudad de Antofagasta, ubicada a 1430 km. de Santiago, capital de Chile, con una población proyectada, según el Instituto Nacional de Estadística (1997), de 248,219 habitantes. En ella se acopian a granel metales pesados en un sector céntrico, que corresponde a los patios de la empresa Ferrocarril Antofagasta Bolivia (FCAB), desde hace varias décadas, debido a la existencia de un Tratado Internacional (1904) que facilita el libre tránsito y almacenamiento de minerales bolivianos hasta ser embarcados por el Puerto de Antofagasta (ver foto).

En los alrededores de este sitio existen numerosas viviendas, calculándose que en un radio de 300–400m viven aproximadamente 8000 personas. A su vez esos minerales son transportados y almacenados a granel sin protección en dependencias del puerto de Antofagasta que también se ubica en un sector poblado. En ambos lugares existen además numerosos colegios. Esta situación fue denunciada al Servicio de Salud de Antofagasta en



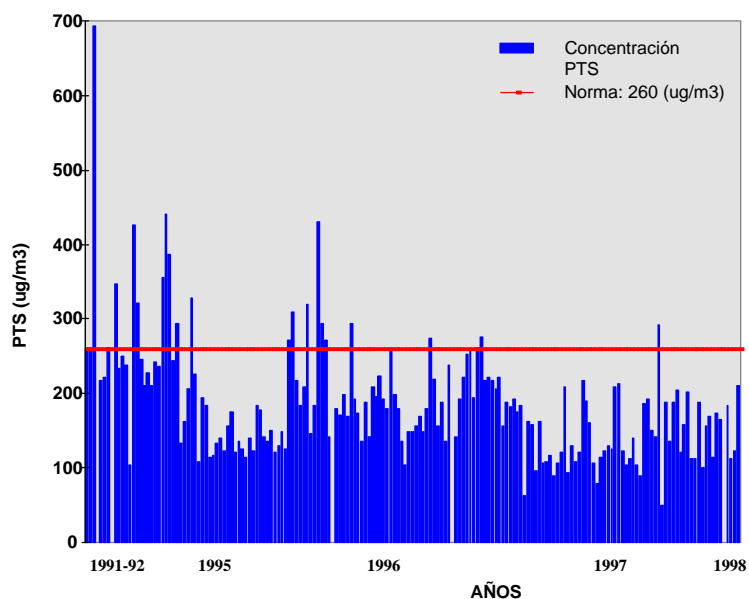
1989, y desde entonces se han realizado mediciones de material particulado, detectándose valores sobre la norma en varias oportunidades (ver gráfico). Dada la alta toxicidad de este elemento, existe la sospecha de que la población que allí vive esté sufriendo algún grado de intoxicación, lo cual no ha sido estudiado. Además, este polvo condiciona la suciedad permanente al interior de las viviendas por el material particulado negro que se adhiere fácilmente a pisos, paredes, ropa y enceres de sus habitantes, deteriorando la calidad de vida.

#### FUNDAMENTACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

Los efectos en la salud derivados de la presencia de plomo en el organismo se reconocen desde la década del 40, especialmente en las personas laboralmente expuestas, pero es en la década de los 70 donde se comienzan a estudiar sus efectos a niveles de exposición menores. En 40 años, de 1950 a 1990, la epidemiología y las políticas públicas referentes al plomo han tenido enormes avances. En un lapso de 20 años, el CDC bajó su recomendación de nivel máximo permitido de plomo en niños en 50 puntos (Berney, 1993). Estudios orientados a la población infantil han demostrado que es en este grupo donde los daños pueden ocurrir con la presencia de pequeñas cantidades de plomo en sangre, debido a ciertas condiciones especiales como: *la menor masa corporal, sistema nervioso en desarrollo, mayor tasa de absorción intestinal de plomo y menor tasa de eliminación, proximidad al suelo y tendencia de poner objetos y tierra en la boca*. Los avances tecnológicos en materia de

*screening* y de análisis estadísticos han permitido demostrar que se asocia el déficit intelectual con la presencia de plomo en el organismo, controlando por un sinnúmero de variables confundentes, especialmente del ámbito social (Berney, 1993; Needleman, 1993).

Gráfica 1  
Concentraciones medias diarias PTS FCAB (1991–1998)



Fuente: Servicio de Salud Antofagasta

Los investigadores han examinado los efectos de la exposición ambiental a plomo en lactantes y niños pequeños (Davis, 1987): neurológicos (hiperactividad, trastorno de la atención, retraso del desarrollo psicomotor), psicológicos (trastornos conductuales), hematológicos (reducción en la síntesis del grupo Hem, anemia), metabólicos (reducción de la concentración de 1–25 dihidroxivitamina D y trastornos en el metabolismo de la pirimidina eritrocitaria) y cardiovasculares (hipertensión arterial). La demostración de alteraciones neuropsicológicas a niveles considerados seguros previamente, hace pensar que la magnitud del riesgo en salud pública de la exposición infantil a plomo es mayor que lo anteriormente estimado.

Estos antecedentes han hecho modificar el valor aceptable de plumbemia en niños. En 1985 el Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos (CDC) recomendaba como límite máximo de Plomo en sangre 25 µg/dl; desde 1991 ya sobre 10 µg/dl se considera riesgoso para la salud (U.S. Department of Health, 1991). Por otro lado la Organización Mundial de la Salud también ha modificado su recomendación al mismo valor (World Health Organization, 1994). Se estima que los niños de EE.UU. en edades entre 1 y 5 años presentan en promedio 2,7 µg/dl<sup>7</sup> de plomo en sangre, y que un 8,9% de ellos tendría un nivel de plomo sanguíneo superior a 10 µg/dl (Dietrich et al., 1991).

## MARCO TEÓRICO

### Toxicocinética \*

El plomo es absorbido por inhalación, ingestión y a través de la piel. La vía de ingreso, el tamaño de la partícula y el tipo de compuesto de plomo (orgánico o inorgánico), determinan la concentración y la posibilidad de difusión del plomo hacia el organismo. Además de esto, la absorción depende de factores del organismo, tales como edad, el estado fisiológico y la integridad de los tejidos. También es importante considerar factores nutricionales y metabólicos.

En la Gráfica 2 se puede observar el curso que sigue el plomo a través del organismo una vez que se absorbe. Un 35% del plomo ambiental se deposita en las vías aéreas, pero es un porcentaje mucho menor el que llega al tracto respiratorio inferior y pasa al torrente sanguíneo. La absorción gastrointestinal en adultos representa menos del 10% del plomo ingerido, pero en los niños, principalmente lactantes, llega al 50%.

Se estima que la absorción total diaria de plomo en la población no ocupacionalmente expuesta varía de 150 a 300  $\mu\text{g}$ , siendo un bajo porcentaje de esto por el aire inhalado y el restante por los alimentos.

El plomo absorbido es transportado por la sangre, en donde establece un rápido equilibrio entre eritrocitos y plasma, en una proporción 16:1, a diversos órganos y tejidos, principalmente los huesos. La acumulación en estos últimos es a largo plazo, representando aproximadamente el 90% del contenido total corporal del metal. Los tejidos blandos y la sangre, que después de un tiempo establecen un rápido equilibrio respecto al plomo, reflejan la exposición reciente. El plomo traspasa además la barrera placentaria, siendo la concentración en la sangre del recién nacido similar a la materna.

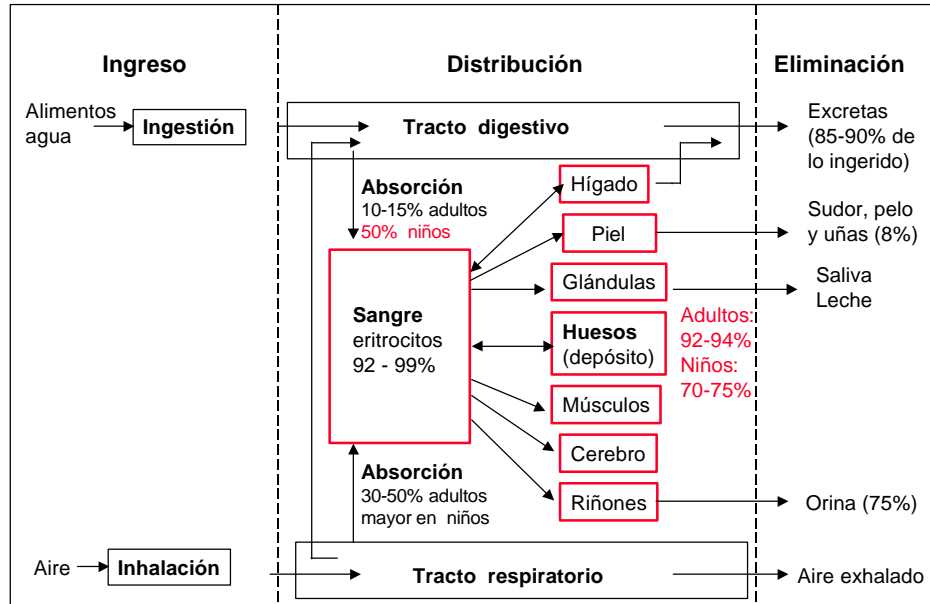
El mecanismo tóxico del plomo está dado por tres modalidades:

1. Compete con metales esenciales, especialmente el calcio y el zinc, en sus sitios de inserción.
2. Afinidad por los grupos sulfhidrilos (-SH) de las proteínas, lo que significa alteración de la forma y función de ellas.
3. Alteración del transporte de iones esenciales.

---

\* Este término se toma de Corey & Galvao, 1989.

Gráfica 2  
Vías de absorción, distribución y eliminación  
del plomo en el organismo humano



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS)

La interferencia del plomo se hace en algunas etapas enzimáticas de la biosíntesis del Hemo, en la utilización del hierro y en la síntesis de globulina en los eritrocitos. La inhibición de la enzima deshidratasa del ácido delta aminolevulínico (AAL-D) y de la hemosintetasa está bien documentada, así como la acumulación en el organismo de los sustratos de estas enzimas. Otros mecanismos de interferencia son la alteración (inhibición y estimulación) de la enzima sintetasa del ácido delta aminolevulínico (AAL-S) y la inhibición de las enzimas de la transformación del coproporfirinógeno III en protoporfirina IX. Todo esto se traduce clínicamente en diversos grados de anemia, cuando se alcanzan niveles de plomo en sangre alrededor de 50 µg/dl.

También modelos experimentales apoyan el rol causal del plomo en los déficits neuropsicológicos a dosis bajas (Carpenter et al., 1994). No existe aún una teoría única coherente respecto a la base neurobiológica de la neurotoxicidad por plomo. Sin embargo, datos recientes sugieren que la disrupción de la homeostasis del Calcio en el cerebro inmaduro podría interferir con su desarrollo normal (Winneke, Lilienthal & Kramer, 1996).

Las deficiencias de hierro y calcio en el organismo hacen más evidentes, respecto a la anemia, los efectos del plomo en él. Estas deficiencias, asociadas a una dieta rica en vitamina D o en lípidos, pueden favorecer la absorción de plomo en el tracto digestivo. Hay evidencias de la asociación entre niveles elevados de plomo y déficits de fierro en el organismo, siendo esta asociación mayor si además existe anemia (Redondo, Alvarez &

Blanco, 1994; Hammand, Sexton & Langenberg, 1996). Además, se ha observado que al suplementar con hierro estas poblaciones, los niveles de plomo disminuyen.

### Efectos del plomo en la salud

Diversos estudios han reconocido *los efectos nocivos de la contaminación plúmbica en la salud humana*:

Los efectos reproductivos no han sido bien estudiados, pero se describe alteraciones espermáticas en el hombre y trastornos ovulatorios en la mujer (Corey & Galvao, 1989). Un estudio experimental en monos determinó el efecto de la exposición crónica a plomo en la ultraestructura testicular, revelando daños en las células de Sertoly y las espermatogonias (Foster et al., 1997).

La exposición a plomo puede deteriorar la función renal de la población. Se ha demostrado que con niveles promedio de plomo sanguíneo de 34 µg/dl se produce un aumento de la N-acetil-beta-D-glucosaminidasa, que es un parámetro sensible para daños renales (Verberk et al., 1996). Con niveles que sobrepasan los 50 µg/dl se observa Nefropatía franca.

La asociación entre plomo y alteraciones de la Presión Arterial no ha logrado ser bien documentada (Staessen, 1995). Estos efectos pudieran relacionarse, especialmente en el adulto, con la acción del plomo sobre el calcio que es el mediador de la contractilidad de la musculatura vascular (Goyer, 1993).

Otros síntomas de toxicidad por plomo son: fatiga, anorexia, palidez, astenia, irritabilidad, alteraciones del sueño, cambios bruscos de conducta y retardo mental. Síntomas más serios son torpeza motora, ataxia, dolor abdominal, vómitos, constipación y alteraciones de conciencia debido a encefalopatía.

La exposición crónica a niveles altos de plomo en sangre, se asocia a alteraciones neurofisiológicas, electroencefalográficas, defectos en la audición y disminución en la velocidad de conducción nerviosa (Otto et al., 1982; Schwartz & Otto, 1986; Seppalainen & Hernberg, 1982; Calderón et al., 1996).

Cuando los niveles sobrepasan los 70 µg/dl la intoxicación puede provocar coma cerebral y muerte.

En las últimas décadas los estudios *se han centrado preferentemente en la población infantil*:

En relación a la *exposición fetal*, se sabe que el plomo cruza la barrera placentaria y se acumula en los tejidos fetales durante la gestación (McMichael et al., 1986; Dietrich et al., 1987). La medición isotópica del plomo del esqueleto durante el embarazo ha demostrado que existe una movilización acelerada del plomo depositado en los huesos, especialmente en la segunda mitad de la gestación, siendo la contribución promedio de +/- 31%. La razón de plomo en sangre cordón/materna varía de 0,54 a 1,05 (Gulson et al., 1997). La exposición intrauterina temprana condicionaría bajo peso al nacer, retardo del crecimiento intrauterino

(Bellinger et al., 1991) e interferiría en el crecimiento del niño en el primer año de vida (Schwartz, Angle & Pitcher, 1986). Algunos datos (Needleman, Rabinowitz & Leviton, 1984) relacionan la exposición prenatal con anomalías congénitas menores. La hiperbilirrubinemia neonatal moderada podría precipitar un aumento de la sensibilidad a la exposición a plomo (Damm et al., 1993).

Varios estudios prospectivos han mostrado consistentemente que la exposición prenatal a plomo estaría asociada a déficits en el desarrollo tanto físico como mental del niño durante el primer año de vida (Bellinger et al., 1984, 1986, 1987; Faust & Brown, 1987), demostrándose efectos nocivos en sujetos con niveles sanguíneos menores de 7  $\mu\text{g Pb/dl}$ , lo que cuestiona la existencia de un umbral de seguridad. Estos efectos pueden tener una expresión más dramática si están presentes otros factores que comprometen el desarrollo del niño, como es la malnutrición o un nivel socioeconómico bajo. La exposición a plomo es endémica en áreas de extrema pobreza y mala calidad de las viviendas (Alvarez et al., 1997).

En la última década, el conocimiento acerca de la *toxicidad de la exposición crónica a plomo en dosis bajas en niños* ha ido creciendo. La toxicidad del plomo es evidente en glóbulos rojos y sus precursores, riñones y sistema nervioso central y periférico. Estudios de seguimiento han demostrado que durante los primeros años de vida se puede afectar el desarrollo ponderoestatural en forma significativa (Shulka et al., 1989, 1991). Un estudio revela que con concentraciones promedio de plomo sanguíneo de 11,9  $\mu\text{g/dl}$  se incrementa en forma significativa la oscilación postural, implicando un pobre balance postural (Bhattacharya et al., 1995).

También se ha visto una asociación entre el nivel de plomo en sangre, el Coeficiente Intelectual (CI) y otros indicadores del desarrollo neuropsicológico de los niños expuestos (McMichael et al., 1994). Numerosos estudios de seguimiento (Baghurst, 1992; Dietrich et al., 1990, 1992, 1993a, 1993b; Leviton et al., 1993; McMichael et al., 1988; Wigg et al., 1988) muestran una relación inversa entre los niveles de plomo en sangre y el desarrollo mental y motor temprano, encontrándose un efecto máximo en el Coeficiente Intelectual en la edad preescolar y sugieren que el promedio acumulado de plomo en sangre sobre 20  $\mu\text{g/dl}$  se asocia con un déficit en el CI de rendimiento de aproximadamente 7 puntos, al compararlo con concentraciones medias menores o iguales a 10  $\mu\text{g/dl}$ . Los metaanálisis de estudios transversales y prospectivos concluyen que al doblar la concentración de plomo en sangre de 10 a 20  $\mu\text{g/dl}$  se perdería en promedio 1 a 2 puntos en el CI (Needleman & Gatsonis, 1990; Pocock, Smith & Baghurst, 1994).

También se ha intentado medir los efectos de la exposición a largo plazo (Needleman et al., 1990; Tong et al., 1996); un estudio de seguimiento en niños de nivel socioeconómico medio y bajo mostró que niveles elevados de plomo en sangre a los 24 meses de edad se asocian con déficits en el rendimiento intelectual y académico a los 10 años. Un estudio de cohorte retrospectivo (Fergusson, Horwood & Lynskey, 1997) hasta los 18 años encontró una relación dosis-respuesta significativa entre niveles elevados de plomo en dientes de leche (obtenidos entre los 6 y 8 años) y una pobre capacidad de lectura, abandono escolar precoz y malas calificaciones. Otros datos (White et al., 1993) sugieren que los sujetos expuestos a

plomo que cursan con encefalopatía aguda en la infancia permanecen con encefalopatía crónica subclínica asociada a disfunción cognitiva aún después de los 50 años de edad.

Se ha demostrado mayor incidencia de conductas antisociales asociadas al síndrome de déficit de atención en los niños expuestos a plomo (Needleman et al., 1979). Un estudio de cohorte retrospectiva (Needleman et al., 1996) en una comunidad escolar evaluó la asociación entre la carga corporal de plomo, medida por espectroscopía de fluorescencia de rayos X de tibia, y el ajuste social. A los 7 años, ya se observaron asociaciones entre los niveles de plomo y agresión a profesores y delincuencia. A los 11 años esto fue más fuerte, observándose además comportamientos ansioso-depresivos, problemas de atención y problemas sociales.

### Fuentes de Plomo

La exposición de la población general se puede dar de diversas maneras:

- Por *vecindad a las fuentes*: residentes en áreas vecinas a las fuentes mineras o industriales, por emisiones al aire de vapores de la fundición. Se ha establecido como zona de riesgo aquella situada dentro de un radio de 1 a 2 km. de la fuente. La fundición se considera la fuente de mayor toxicidad por el tipo de compuesto químico y su elevada dispersión. Incluso se ha comprobado que en lugares donde ha habido fundiciones con casos de intoxicación plúmbica, 20 años después aún esa población presenta niveles de plomo en sangre sobre 10 µg/dl, a causa de la persistencia de plomo en el suelo (Díaz et al, 1997).
- Por contacto con *trabajadores expuestos*: El plomo puede impregnar la piel, cabello, zapatos, ropa y vehículos de trabajadores expuestos en su ambiente laboral y de este modo ser trasladado desde el sitio de su trabajo a las casas. Existen algunos estudios que han demostrado que los hijos de los trabajadores expuestos tienen concentraciones sanguíneas de plomo elevadas (Rabinowitz, Wetherill & Kipple, 1976; Shen et al., 1997).
- Por *inhalación del aire exterior contaminado*, producto de la combustión de aditivos de plomo en la gasolina. Es el caso del estudio de seguimiento realizado en Chile en las ciudades de Santiago y San Felipe, donde en la primera los niveles de plomo en aire eran muy superiores y seguían una curva estacional que se repetía con los niveles sanguíneos (Frenz et al, 1997).
- Por ingestión de *alimentos contaminados*: Con la dieta normal, se ingieren aproximadamente 150 µg de Pb al día, producto de la contaminación ambiental por plomo de los alimentos, el 10% de éste es absorbido y retenido en los adultos y el 45–60% en los niños (Díaz, Aguirre & Clucci, 1984). En Chile se ha encontrado plomo en concentraciones elevadas en cerámicas que contienen barnices plomados, algunos alimentos como la merluza (Díaz et al., 1986) y los alimentos en conserva con soldadura de plomo, especialmente alimentos ácidos que aumentan la probabilidad de desprendimiento de partículas de plomo.

- Por ingestión de *agua potable contaminada*: La existencia de plomo en el agua está relacionada con el depósito y acumulación de plomo proveniente de aire y suelos en las fuentes, además del uso de cañerías antiguas con soldadura de plomo. El agua de pH ácido aumenta la posibilidad de que partículas de plomo sean liberadas al torrente (Morse, 1979).
- Por ingestión de *pintura o polvo*: Una fuente importante de exposición al plomo son las pinturas y antioxidantes, las cuales son una causa de intoxicación clínica e incluso muerte de los niños (Baker et al., 1977). El plomo es inhalado o ingerido principalmente al resquebrajarse las pinturas, lo cual produce una gran cantidad de partículas de plomo flotando en el ambiente. Este riesgo es mayor en las casas antiguas o en vías de reparación (U.S. Department of Health, 1991). También el decorado de algunos lápices o juguetes puede ser tóxico (Miller et al., 1996). El uso de cosméticos importados de Pakistán también se encontró fuertemente asociado con niveles elevados de plumbemia (Sprinkle, 1995).

En Chile no existe una disposición legal que determine los niveles permitidos de plomo en las pinturas. Sin embargo, la norma internacional fija como contenido máximo de plomo 0,06% en base seca.

- *Exposición ocupacional familiar*, en forma de talleres artesanales donde se recupera y recicla el plomo a partir de las baterías de automóviles.
- *Exposición a cigarrillos*, dependiendo del tipo de procesamiento del tabaco. En un estudio en China se encontró asociación entre niveles elevados de plomo en sangre de cordón y madre fumadora pasiva (Shen et al., 1997).
- *Suelos*: La concentración de plomo es mayor en suelos y organismos cercanos a caminos de alto flujo vehicular, o a fuentes de emisión. Diversos son los estudios que han demostrado el impacto del suelo contaminado con plomo en el organismo así como la efectividad de su remoción en la reducción de la plumbemia (Maisonet, Bove & Kaye, 1997; Aschengrau et al., 1994; Mielke et al., 1997; Weitzman et al., 1993).

#### Situación en Antofagasta/Chile

Diversos países han establecido niveles máximos permisibles de contaminación atmosférica por Plomo, expresada como promedio diario. Estos valores varían entre 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Bélgica y 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en Estados Unidos. Este último nivel ha sido recomendado por la EPA, basándose en estudios que demuestran que la exposición permanente a aire contaminado con plomo a un nivel de 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  genera una contaminación de plomo en la sangre de 3  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (United States Environmental Protection Agency, 1983; United States Environmental Criteria and Assessment Office, 1986). Conocidos estos antecedentes se definieron niveles sanguíneos máximos permisibles de plomo en sangre en relación a sus posibles efectos en la Salud (Intendencia Regional Metropolitana-Serplac, 1989). En Chile, no existe una norma de calidad del aire para plomo. Mediciones efectuadas en el primer semestre de 1997 en las cercanías del puerto y del patio del Ferrocarril Antofagasta-Bolivia, muestran niveles

fluctuantes entre 0,8 y 1,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sin llegar a sobrepasar la norma trimestral (Información obtenida de la Unidad de Contaminación Atmosférica del Departamento de Programas sobre el Ambiente del SSA).

En cuanto a partículas, la norma chilena para Partículas Totales en Suspensión (PTS), fijada por Resolución 1215/78 del Ministerio de Salud, es de 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio anual y de 260  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  promedio diario. De acuerdo a datos provenientes del DPA - SSA ambas normas han sido sobrepasadas en las áreas en discusión, alcanzando valores de hasta 600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  diario en el sector Puerto. La norma chilena DS 185 para concentración de partículas menores de 10 micrones (PM10) es de 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  diario, la cual no ha sido sobrepasada en las áreas en estudio en Antofagasta.

Respecto a la contaminación en el suelo, no se ha hecho ninguna medición en Antofagasta. Las mediciones realizadas en otros países, como Estados Unidos, indican que lo aceptable sería tener una concentración en suelo < 400 ppm.

En relación a los efectos en la salud de la población infantil producidos por las diversas fuentes de plomo en Chile, un reciente estudio longitudinal que incluyó dos cohortes (expuesta y no expuesta a contaminación atmosférica), concluyó que la condición de Santiago de ser una ciudad contaminada con respecto a San Felipe, se refleja en los promedios de plomo en sangre en todas las edades de control. El incremento en el valor de plomo en sangre desde el nacimiento se debe a la interacción del sujeto con varios medios del ambiente contaminados con este metal incluyendo el aire, tanto en Santiago como en San Felipe, siendo la intensidad y frecuencia de la exposición mayor en la primera. A los dos años los principales factores de riesgo de tener plomo en sangre elevado están relacionados con variables ambientales y laborales (Frenz et al., 1997). Una intoxicación masiva por plomo en la provincia de Ñuble, en 1996, por harina contaminada, demostró las graves consecuencias para la salud, incluyendo casos fatales (Alonso et al., 1997).

## PROPÓSITO

La gravedad que podría alcanzar una intoxicación por plomo, adquiriendo la categoría de un problema de salud pública, hace necesario investigar que porcentaje de la población infantil de Antofagasta que vive en sectores colindantes con los lugares de acopio de plomo tiene niveles de plumbemia sobre 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , y cual es la importancia relativa que la contaminación procedente de los acopios tiene en este valor. De este modo, el estudio pretende aportar antecedentes científicos irrefutables a las autoridades regionales para que se agilicen las gestiones tendientes a trasladar en forma definitiva los acopios a un sitio fuera del límite urbano y con condiciones sanitarias adecuadas.

Con este estudio se beneficiarán:

- ♦ *Los niños*, quienes, en caso de presentar niveles altos de plomo en sangre, se derivarán a un centro pediátrico para su control y tratamiento.

- ◆ *El resto de las personas que viven en las cercanías de los acopios*, quienes sufren también los efectos de la contaminación ambiental.
- ◆ *La comunidad*, ya que estos niños de ahora son los adultos del mañana, y depende de nosotros el que lleguen a ser adultos sanos y útiles a la sociedad. Además, al percibir la preocupación de las autoridades sanitarias por su calidad de vida, las personas se sienten respetadas y valiosas, y eso redundará en su salud mental, tan deteriorada en la actualidad.
- ◆ *Las autoridades en general*, ya que la comunidad antofagastina percibirá una real y concreta intervención destinada a resguardar sus condiciones de vida.
- ◆ *La imagen regional*, que sigue los lineamientos políticos dictados por el gobierno chileno, en relación al desarrollo sustentable.

## HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

- La población menor de siete años que vive en las cercanías de los sitios de acopio de concentrado de plomo presenta en un alto porcentaje niveles de plomo en sangre riesgosos para la salud (sobre 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ).
- Existe una asociación concéntrica entre nivel de plomo en sangre y distancia de los acopios.
- Existe una diferencia significativa entre los niveles de plomo sanguíneo de la población infantil que vive cerca de los sitios de acopio, al compararlos con los de una población alejada de ellos.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### Objetivo general

Determinar si la población infantil de Antofagasta que reside en las cercanías de los sitios de acopio de concentrado de plomo presenta niveles de exposición a este metal riesgosos para su salud ( $> 10 \mu\text{g}/\text{dl}$  de sangre venosa).

### Objetivos específicos

- Medir plomo sanguíneo en los niños menores de siete años que viven en sectores colindantes a los sitios de acopio de concentrado de plomo, y en un sitio lo suficientemente alejado de ellos.
- Comparar los niveles detectados (promedios y porcentajes) entre los distintos grupos en estudio, ajustando por variables confundentes y de exposición.

- Determinar la relación que existe entre los niveles de plomo detectados en la población expuesta y la ubicación de sus viviendas respecto de los acopios.
- Determinar otras fuentes de exposición a plomo de la población afectada.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Diseño

Se diseñó un estudio transversal que pretende establecer los niveles de plomo sanguíneo en niños menores de siete años expuestos a dos fuentes de emisión de material particulado con alto contenido de plomo, a través de mediciones concéntricas, y comparar estos niveles con los de una población no expuesta. Se midió plomo en sangre por una vez y se examinó la asociación entre plomo sanguíneo y la presencia de variables de exposición a plomo.

### Variables

- Fecha entrevista [variable cuantitativa continua]
- Fecha de nacimiento del niño [variable cuantitativa continua]
- Edad materna [variable cuantitativa continua]
- Educación materna: Último curso aprobado [variable cuantitativa discreta]
- Tipo de enseñanza [variable cualitativa ordinal]
- Estado civil: casada - soltera - conviviente - otro [variable cualitativa nominal]
- Tiempo lleva viviendo en su actual residencia (días - meses - años) [variable cuantitativa continua]
- Ubicación vivienda [variable cualitativa nominal]
  - Una calle privada o pasaje
  - Una calle abierta al tránsito
  - Una avenida o eje vial
  - Una calle donde existe paradero de buses
  - A un lado de la costanera
- Número de cuadras entre casa y los acopios de concentrado de minerales (puerto o ferrocarril) [variable cuantitativa discreta]
- Dirección de la casa respecto a los acopios (E, S, N, O, SE, NE, SO, NO) [variable cualitativa nominal]
- Número de calles entre casa y la principal vía de circulación de automóviles más cercana [variable cuantitativa discreta]
- La calle donde vive es pavimentada (sí - no) [variable cualitativa categórica]

- Tránsito de vehículos alrededor de una cuadra de su casa [variable cualitativa nominal]
  - Pasan micros y/o buses además de autos
  - Pasan muchos autos
  - Pasan autos en cantidad regular
  - Pasan autos ocasionalmente
  - Casi nunca pasan autos
- Casa o edificio tiene patio o jardín (sí - no) [variable cualitativa categórica]
- Patio con tierra suelta (sí - no) [variable cualitativa categórica]
- Años de construcción de la vivienda [variable cuantitativa discreta por intervalo]
 

5 o menos	11 a 20	Más de 50
Entre 6 a 10	21 a 50	
- Color cañerías agua potable [variable cualitativa nominal]
 

Metal color plomo	Metal galvanizado (plateado)
Metal color cobre	Plástico (PVC)
- Las paredes de la casa están pintadas (sí - no) [variable cualitativa categórica]
- Se pintó casa en últimos 6 (sí - no) [variable cualitativa categórica]
- Qué utilizó para pintar (sí - no - color) [variable cualitativa categórica]
 

Pintura látex	Pintura esmalte
Pintura óleo	
- Pintura suelta o descascarada de paredes de la casa (sí - no) [variable cualitativa categórica]
- Familia tiene automóvil (sí-no) [variable cualitativa categórica]
- Cercanía de los siguientes lugares a la vivienda, o alguien de la casa que trabaje en: [variable cualitativa categórica]
 

Imprenta	Fábrica de plásticos
Fundidora de metales (chatarra)	Bomba de bencina
Fábrica de baterías	Taller de autos
Recuperadora de baterías	Taller de gasfitería
Fábrica de pinturas o barnices	Fábrica de cerámica
- Lava la ropa de trabajo en casa (sí - no) [variable cualitativa categórica]
- Actividades de trabajo o de pasatiempo en la casa (sí - no) [variable cualitativa categórica]
 

Pintar	Hacer vitrales
Soldar	Mecánica
Joyería con metales	Usa plomo



- A veces  
Casi todos los días
- Sitio donde juega el niño dentro de la casa (sí - no) [variable cualitativa categórica] |
 

Cuna o corral	Piso
Coche	Andador
  - Elementos con que juega el niño (sí - no) [variable cualitativa categórica]
 

Juguetes de madera pintados	Juguetes de género
Juguetes de metal pintados	Juguetes de papel
Juguetes de plástico	
  - Hábito del niño de chupar o morder (sí - no) [variable cualitativa categórica]
 

Chupete	Muebles (corral, cuna, cama)
Pulgar o dedo	Barandas u otro borde
Revistas, diarios, papeles	Come tierra
Juguetes	Come pintura
Lápices de color	Lleva las manos a la boca
  - Número de veces que lava las manos del niño al día [variable cuantitativa discreta]
  - Hábito de lavar las manos al niño antes de comer [variable cualitativa ordinal]
    - No
    - A veces
    - Siempre
  - Lugar donde duerme el niño (sí - no) [variable cualitativa categórica]
    - Hay pintura suelta cerca de la cama
    - La cama tiene marcas de mordidas
    - La cama está al lado de la ventana
  - Con respecto a su cocina y/o comedor (sí - no) [variable cualitativa categórica]
    - Hay pintura suelta en las paredes
    - Hay ventanas
    - Guardan o sirven comida en latas
    - Preparan, guardan o sirven comida en cerámica artesanal o greda
  - Lactancia materna (sí - no) [variable cualitativa categórica]
  - Consumo de vitaminas (sí - no) [variable cualitativa categórica]
  - Hábito de fumar dentro de la casa (sí - no) [variable cualitativa categórica]
  - Número de cigarrillos que se fuman dentro de la casa al día [variable cuantitativa discreta]
  - Peso y Talla [variables cuantitativas continuas]

## Población en estudio

Se delimitó un área de 400 metros alrededor de los sitios de acopio correspondientes a los patios del Ferrocarril y del recinto portuario de Antofagasta. Esta delimitación basó en la dinámica de partículas, las mediciones previas de material particulado en suspensión y la dirección predominante de los vientos.

En octubre de 1997 se aplicó un censo a la población residente en esos sectores, en el cual participaron estudiantes universitarios contratados por medio de una empresa consultora. Se les entregó una capacitación previa sobre el tema, y concurrieron puerta a puerta pesquisando así al grupo de interés que conforma la Unidad de Análisis del estudio: *los niños menores de siete años*.

Luego se invitó a través de la Dirección del Servicio de Salud Antofagasta a los padres de todos los niños menores de siete años a participar en este estudio, enviándoles un formulario de consentimiento informado y una citación a un Consultorio cercano, los cuales fueron entregados junto con una explicación verbal por las mismas personas que efectuaron el censo.

El único criterio de exclusión fue la edad de los participantes.

El rechazo a participar fue < 5% en el sector FCAB y alrededor de un 20% en el sector del Puerto. Esto se atribuye a la mayor sensibilización del primer sector al problema. Se obtuvo la participación de 432 niños del sector FCAB y 54 del Puerto.

Para obtener la población no expuesta se visitó los jardines infantiles y un colegio del sector elegido como menos contaminado de la ciudad, enviándoles cartas de consentimiento informado a los padres de los niños menores de siete años. Hubo un rechazo de aproximadamente el 30%, principalmente por la forma de obtención del examen (venopuntura). El número de participantes en este grupo fue de 75 niños.

El número final de participantes en el estudio fue de 570 niños.

El protocolo del estudio fue revisado y aprobado por los Comités de Ética de la Organización Panamericana de la Salud y del Servicio de Salud Antofagasta.

## Obtención de la información y toma de muestra

Entre diciembre de 1997 y mayo de 1998, previo consentimiento informado de los padres o tutores, una enfermera universitaria con experiencia pediátrica tomó una muestra de sangre del niño por venopuntura del brazo o de la vena yugular externa, para determinar los niveles de plomo, mediante sistema de tubos Vaccuete (al vacío) plásticos libres de plomo. Estos tubos se almacenaron a 3-4°C y en la misma semana se enviaron al Laboratorio de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública de Chile en contenedores de plumavit con hielo seco para su análisis.

Se aplicó un cuestionario de 82 preguntas a las madres, padres o tutores de los niños examinados, que registra variables asociadas al nivel socioeconómico, hábitos del niño

incluyendo la actividad mano-boca, antecedentes del crecimiento y desarrollo del niño, variables de exposición a plomo ambiental tales como: distancia y dirección de la vivienda respecto de los acopios de minerales, calles cercanas sin pavimentar, patios con tierra, presencia de fuentes industriales cerca de la vivienda, volumen de tránsito vehicular, exposición ocupacional de los padres u otro pariente, práctica de actividades que ocupan plomo en el hogar, antecedentes de haber pintado la casa, uso de cerámica vidriada, uso de alimentos enlatados y presencia de fumadores en la casa. La encuesta fue autoaplicada, previa instrucción de la enfermera. Las preguntas que no fueron contestadas o las inconsistencias se chequearon vía telefónica para su corrección. Este cuestionario fue validado en un estudio previo realizado en San Felipe y Santiago (Frenz et al, 1997).

#### Análisis de laboratorio

Se obtuvo muestras de sangre, de las cuales 1,6% no fueron analizables por estar coaguladas o por ser insuficientes. El análisis se realizó con la técnica de atomización electrotermal con espectrofotometría de absorción (Perkin-Elmer 2100) en el Instituto de Salud Pública de Chile (laboratorio de referencia nacional). Se realizaron mediciones duplicadas de cada muestra. El programa de control de calidad interna para muestras de plomo del ISP incluye el análisis de material de referencia de los *Centers for Disease Control* (CDC).

#### Monitorización ambiental

La concentración atmosférica de plomo se midió semanalmente a partir de filtros de PM10 de analizadores de alto volumen, ubicados en zonas de alto impacto en el sector del FCAB, del Puerto y de la población no expuesta. Los filtros fueron sometidos a digestión con ácido nítrico y el contenido de plomo fue medido por absorción atómica en el Centro Nacional el Medio Ambiente (CENMA).

La concentración de plomo en suelo se midió en varios puntos de las zonas expuestas y no expuestas, determinando promedios para cada sector. Estos análisis se realizaron por el Instituto de Salud Pública de Chile. El plomo en agua fue analizado por este mismo laboratorio, tomando como referencia la norma chilena que corresponde a 0,05 ppm.

#### Definiciones operacionales

- *Nivel de plomo en sangre:* Se empleó la unidad de medida microgramos por decilitro o por 100 ml de sangre, utilizada en la mayoría de las publicaciones científicas (10 µg/dl equivalen a 0,48 µmoles/litro). Sobre 10 µg/dl se considera intoxicación plúmbica, de acuerdo a las recomendaciones del CDC de Estados Unidos, haciendo la primera dicotomización en ese nivel (United States Department of Health, 1991)<sup>7</sup>. El otro corte se realiza a los 20 µg/dl, que es el nivel en el cual ya habrían manifestaciones clínicas, recomendándose la evaluación por médico.
- *Nivel educacional:* Se calculó un índice de escolaridad para la madre basándose en el último curso aprobado y el tipo de enseñanza (básica, media y superior), que va entre 0 y 19 años.

- *Distancia a los acopios:* Se midió en número de cuadras entre la vivienda y los acopios de concentrado de plomo, con un mapa urbano. 0 cuadras equivalen a menos de 100 metros, 1 cuadra a 100 metros y así sucesivamente.
- *Estado Nutricional:* Se midió a través del índice de masa corporal (IMC) = peso/talla<sup>2</sup>. Se consideró
  - IMC <20 = enflaquecido
  - IMC 20 – 24 = normal
  - IMC 25 – 29 = sobrepeso
  - IMC >29 = obesidad
- *Sector:* Se clasificó a los individuos de acuerdo al sector donde se ubicaba su vivienda:
  - Sector 1 = Ferrocarril Antofagasta Bolivia (expuesta)
  - Sector 2 = Puerto (expuesta)
  - Sector 3 = Población no expuesta
- *Edad exacta del niño:* Se calculó restando la fecha de ingreso al estudio de la fecha de nacimiento y luego dividiendo por 365,25 días.
- *Dirección de la casa respecto a los acopios:* Se estimó haciendo una división, en un mapa de los sectores afectados, de los puntos cardinales tomando como centro el depósito de acopios. La zona de más exposición se basa en la dirección predominante de los vientos, el recorrido de los camiones que transportan mineral y la zona de arrastre del aluvión de 1991.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizaron EPIINFO 6,04 y SPSS 7.5 para Windows. Inicialmente se obtuvo la distribución de frecuencias de la variable dependiente, plomo en sangre, y de las variables sociodemográficas incluidas en el estudio. Posteriormente se compararon los niveles de exposición, promedios y porcentajes, de los niños que vivían en los tres sectores estudiados por ANOVA o análisis de asociación de chi-cuadrado para las distintas variables independientes.

El análisis epidemiológico para investigar asociación entre el nivel de plomo y los factores de riesgo de tener plomo alto incluyó las siguientes etapas:

- *Estimación de los Odds Ratio (OR) y análisis univariado* de tener plomo en sangre mayor o igual a 10 y mayor o igual a 20 µg/dl de acuerdo a diversas variables independientes categorizadas, para identificar las fuentes y factores asociados a este riesgo.
- *Análisis multivariado* para identificar los riesgos de tener un determinado nivel de plomo asociado a distintas fuentes, controlando por las variables de confusión. Se efectuaron dos tipos de análisis, *regresión lineal* para estudiar asociación entre diversos factores de riesgo significativos y el nivel de plomo sanguíneo, y *regresión logística* para determinar la probabilidad de cada uno de los factores de riesgo de estar asociados con niveles de plomo  $\geq 7$  µg/dl. Se utilizó el nivel 7 µg/dl

ya que en la población no expuesta no se registró ningún caso con valores mayores a 9 ug/dl. Las variables con un test de F menor o alrededor de  $p = 0,05$  en el análisis univariado se incluyeron en el modelo.

### Limitaciones del estudio

No fue posible realizar las mediciones ambientales en un número suficiente para darles mayor representatividad, y efectuar correlaciones más precisas, especialmente entre plomo sanguíneo y plomo en suelo, debido al alto costo de los análisis. Sin embargo, son suficientes para establecer las claras diferencias existentes entre los sectores.

Puede existir un sesgo en el rechazo a la participación en el estudio, ya que no ocurrió en forma homogénea, sino que fue mayor en los sectores más alejados de los acopios. Esto se refleja en el número menor de participantes en la última cuadra estudiada. No se cuenta con la información sociodemográfica de los que se negaron a participar, por lo tanto no se puede comparar con los participantes para establecer si hay diferencias significativas.

La población no expuesta difiere en varios aspectos sociodemográficos de la expuesta, lo cual es controlable a través del análisis multivariado. Sin embargo, puede existir un sesgo de selección, ya que las poblaciones expuestas se reclutaron puerta a puerta, y la no expuesta de jardines infantiles y colegios del sector, hasta completar el número requerido.

El cuestionario utilizado es muy extenso, por lo que la aplicación por un encuestador en forma individual resultaba demasiado larga, considerando la premura de los resultados para las autoridades de salud. Así, se usó la técnica de autoaplicación, con la entrega de instrucciones por la enfermera a cargo. Para disminuir el probable sesgo en las respuestas, se chequeó vía telefónica las respuestas en blanco o inconsistentes.

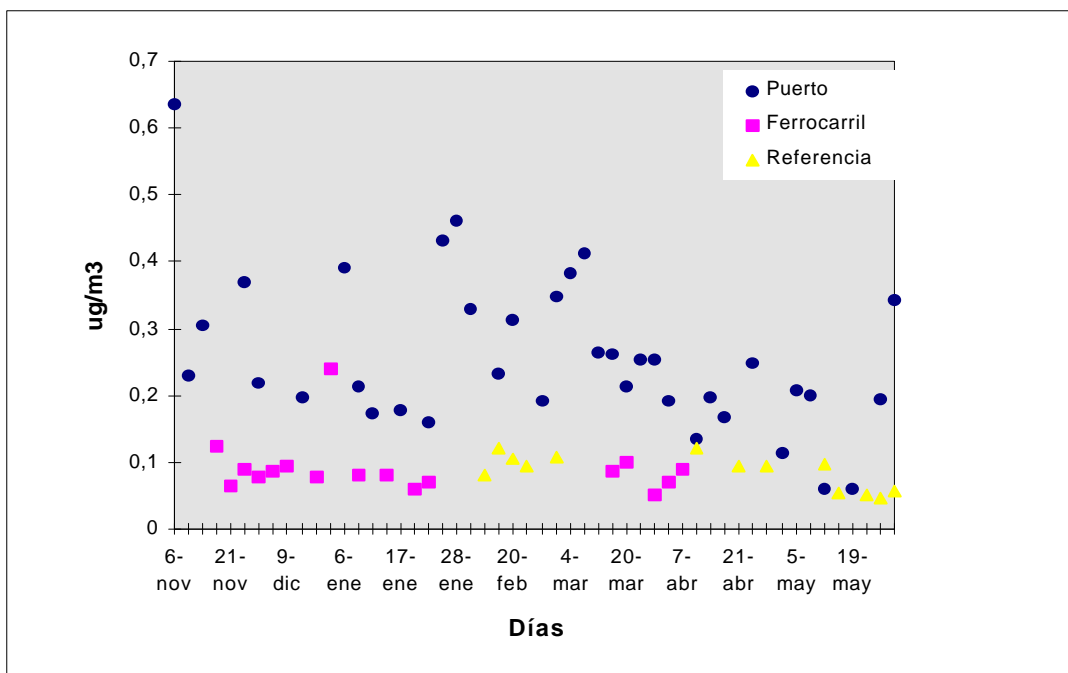
## RESULTADOS

### Exposición ambiental

#### Plomo en aire

Se tomaron un total de 70 muestras de aire, midiendo plomo en PM10. En la Gráfica 3 se observa que en el sector del Puerto la concentración de plomo es más alta, alcanzando un promedio para los 6 meses muestreados de  $0,28 \text{ mg}/\text{m}^3$ . El sector Ferrocarril y la población de referencia tienen niveles de plomo similares de  $0,14 \text{ mg}/\text{m}^3$  y  $0,10 \text{ mg}/\text{m}^3$  respectivamente, aunque en este último se muestreó solamente dos meses. Estas observaciones hacen suponer que en el sector Ferrocarril los acopios de concentrado de plomo no han determinado un aumento significativo del plomo en aire, ya que sus niveles son similares a la población de referencia. Sin embargo, el sector del Puerto aparece con niveles dos a tres veces mayores, probablemente por el elevado número de autos, autobuses y camiones que transitan por ese lugar, contribuyendo a la contaminación por el plomo de la gasolina.

Gráfica 3  
 Concentraciones diarias de plomo en aire (pm 10),  
 sectores ferrocarril, puerto y referencia (Antofagasta, Chile, 1998)



#### Contenido de plomo en suelo

Las concentraciones de plomo varían entre *81* y *3159 mg/kg* de tierra en el sector del ferrocarril, en tanto que en el sector determinado como no expuesto van entre *51* y *321 mg/kg de tierra*. Las muestras tomadas en el sector Puerto no fueron analizadas a través del Instituto de Salud Pública, por lo tanto no se hace referencia a esos resultados.

#### Contenido de plomo en agua

Se tomaron 41 muestras de agua en las casas de los niños con niveles de plomo elevados. Cinco muestras sobrepasaron la norma chilena para plomo en agua de consumo humano (0,05 ppm), alcanzando el valor máximo a 0,17 ppm.

#### Descripción sociodemográfica

Se analizó un total de 561 niños entre 0 y 7 años de edad, que vivían en dos sectores de Antofagasta expuestos a la contaminación por acopios de concentrado de plomo (Ferrocarril y Puerto), y un sector de la ciudad considerado como no expuesto por su lejanía y dirección geográfica.

La distribución de la población en los tres sectores en estudio se muestra en el Cuadro 1. El 77% pertenece al sector Ferrocarril (zona densamente poblada), que se ubica aledaña a los patios de la Estación del Ferrocarril Antofagasta-Bolivia donde se acopia

permanentemente gran cantidad de concentrados de plomo y zinc, abarcando un radio de aproximadamente 400 metros. El 9,6% pertenece al sector Puerto, zona mixta residencial-comercial y de población más envejecida, que dista 1 cuadra del recinto del puerto de Antofagasta donde se acopia y embarca concentrados de plomo y zinc con cierta periodicidad. También incluye un radio 400 metros. La población no expuesta corresponde al 13,4% y dista 7 u 8 kilómetros de las fuentes contaminantes, en contra de la dirección predominante de los vientos.

Cuadro 1  
Distribución de la población por sector estudiado  
(Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	N°	%
Ferrocarril	432	77,0
Puerto	54	9,6
Número expuesto	75	13,4
<i>Total</i>	<i>561</i>	<i>100,0</i>

La distribución de hombres y mujeres es igual para los tres lugares, predominando el sexo masculino con un 54,7%. Sin embargo el porcentaje de mujeres es levemente mayor en el sector no expuesto (Cuadro 2).

Cuadro 2  
Distribución de hombres y mujeres según sector estudiado  
(Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	Hombres		Mujeres	
	N°	%	N°	%
Ferrocarril	239	55,3	193	44,7
Puerto	31	57,4	23	42,6
Número expuesto	37	49,3	38	50,7
<i>Total</i>	<i>307</i>	<i>54,7</i>	<i>254</i>	<i>45,3</i>

p = 0,6

En el Cuadro 3 se describen las edades de los niños y sus madres y la escolaridad de la madre, que se utilizó como un indicador del nivel socioeconómico de la familia. La edad promedio de los niños estudiados alcanza los 3,6 años, pero entre los tres sectores existe una diferencia significativa a expensas del sector no expuesto, cuyo promedio se eleva a 4,8 años. Esto es coherente con lo observado en el promedio de las edades de las madres estudiadas, que también se eleva en el sector no expuesto en forma significativa. El índice de escolaridad materna promedio es de 12,7 años, observándose un índice significativamente menor en la población del sector Ferrocarril respecto al sector Puerto y Sector no expuesto, que son similares.

Cuadro 3  
 Edad del niño, edad de la madre y escolaridad de la madre  
 según sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	Edad niño		Edad madre		Índice escolaridad	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Ferrocarril	3,4	2,1	31,6	6,7	12,5	3,1
Puerto	3,6	2,5	31,5	6,6	13,8	3,1
No expuesto	4,8	1,7	33,8	7,3	13,1	2,9
<i>Total</i>	3,6	2,1	31,8	6,8	12,7	3,1

p=0,000

p=0,05

p=0,02

En cuanto al estado civil de las madres, descrito en el Cuadro 4, un 71,8% de las madres participantes están casadas, un 20% solteras y el 8,4% restantes en otra situación. Al analizar esta información por sector se observan algunas diferencias importantes: el sector no expuesto tiene el porcentaje más alto de casadas y más bajo de solteras, y en el Ferrocarril destaca el porcentaje de convivientes, que alcanza a un 7,4%.

Cuadro 4  
 Estado civil de la madre por sector estudiado (Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	Casadas		Solteras		Convivientes		Otra	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Ferrocarril	293	70,1	85	20,3	31	7,4	9	2,2
Puerto	36	66,7	17	31,5	1	1,9	0	0,0
Número expuesto	55	87,3	5	7,9	1	1,6	2	3,2
<i>Total</i>	384	71,8	107	20,0	33	6,2	11	2,2

p = 0,008

#### Descripción de los niveles de plomo sanguíneos

El promedio geométrico y desviación standard de los niveles de Plomo sanguíneo en los tres sectores definidos se muestra en el Cuadro 5. Los valores extremos encontrados en la muestra total fueron 1,0 y 44 µg/dl. Hubo diferencias altamente significativas entre los tres sectores analizados.

Para el análisis univariado del Plomo en sangre se dicotomizó esta variable, haciendo el corte en 10 y en 20 µg/dl (Cuadros 6 y 7). Un 47,5% de los niños del sector Ferrocarril tenían el plomo sanguíneo igual o superior a 10 µg/dl, un 31,5% del sector Puerto y ninguno de la población no expuesta. Para plumbemias mayores o iguales a 20 µg/dl los porcentajes fueron 10, 9,3 y 0% respectivamente. En ambas asociaciones se observan diferencias

significativas. De esta forma el promedio geométrico y la distribución porcentual determinaron tres zonas de distinto riesgo. En este punto es preciso recordar que la población no expuesta no es representativa de la población general de Antofagasta, sino de un sector considerado como el menos contaminado de la ciudad y que además presenta variables sociodemográficas especiales. Probablemente si el sector no expuesto hubiese sido el resto de la ciudad, habría aparecido algún porcentaje de niños con niveles de plumbemia sobre 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ .

#### Asociación entre niveles de plomo y factores de riesgo

Se midió los factores de riesgo en relación a los sectores estudiados, calculando los promedios o porcentajes de plomo en sangre para cada variable.

Cuadro 5  
Promedios geométricos de plomo en sangre  $\mu\text{g}/\text{dl}$  según sector estudiado  
(Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	Media geométrica	D.S.
Ferrocarril	8,671 $\mu\text{g}/\text{dl}$	+/- 1,99
Puerto	6,890 $\mu\text{g}/\text{dl}$	+/- 1,94
Número expuesto	4,221 $\mu\text{g}/\text{dl}$	+/- 1,54

$p < 0,0001$

La edad de los niños se agrupó de 2 a 4 años y el resto de las edades (Cuadro 8), encontrando en los sectores expuestos que el *grupo etáreo entre 2 y 4 años* tienen un riesgo estimado de 1,56 [1,06-2,30] de tener plumbemias iguales o superiores a 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , el cual aumenta a 2,14 [1,11-4,14] para plumbemias sobre 20. Estos riesgos estimados se acrecientan si se incluyen los niños de los tres sectores (OR=1,80 y OR=2,39 respectivamente). Se podría pensar que estos resultados se deben a la relación más estrecha que establecen los niños a esta edad con su entorno ambiental, llevándose todos los objetos a la boca. Sin embargo, al estudiar la asociación entre este grupo etáreo y algunas variables como el hábito de comer tierra y de chupar objetos, no se observó diferencias respecto al resto de las edades.

La asociación entre plomo sanguíneo y *distancia de la vivienda a los acopios* se midió para los niños que vivían a menos de 100 metros respecto de los que vivían entre 100 y 400 metros, encontrándose que los niños que viven más cerca de los patios del Ferrocarril donde se acopia plomo presentan un OR de 2,75 [1,23-6,07] para las plumbemias iguales o mayores a 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$  (Cuadro 8). En el Puerto esta asociación no fue estadísticamente significativa, tal vez porque los niños con esos niveles de plomo fueron muy escasos o porque existen otros factores que están influyendo más en este sector, como el tránsito vehicular.

Cuadro 6  
 Distribución plomo en sangre sobre y bajo 10 µg/dl según sector estudiado  
 (Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	Pb-S < 10 µg/dl		Pb-S > 10 µg/dl		Total N°
	N°	%	N°	%	
Ferrocarril	227	52,5	205	47,5	432
Puerto	37	68,5	17	31,5	54
Número expuesto	75	100	0	0,0	75
<i>Total</i>	339	--	222	--	561

$\chi^2 = 61,8$        $p = 0,00000$

Cuadro 7  
 Distribución plomo en sangre sobre y bajo 20 µg/dl según sector estudiado  
 (Antofagasta, Chile, 1998)

Sector	Pb-S < 20 µg/dl		Pb-S ≥ 20 µg/dl		Total N°
	N°	%	N°	%	
Ferrocarril	389	90	43	10	432
Puerto	49	90,7	5	9,3	54
Número expuesto	75	100	0	0	75
<i>Total</i>	513		48		561

$\chi^2 = 8,13$        $p = 0,017$

Se determinó, de acuerdo a la dirección predominante de los vientos y el recorrido de los camiones que transportan los concentrados de plomo desde en sector Ferrocarril a sector Puerto, 3 zonas de distinta exposición dentro de los sectores expuestos (Alta, intermedia y baja). En el Cuadro 9 se puede apreciar que la asociación de esta variable con los promedios de plomo y con los porcentajes de población con plomo elevado es altamente significativa.

El número de cigarrillos que se fuman dentro de la casa también apareció como un factor de riesgo, cuyo promedio es significativamente más alto en los hogares de los niños con niveles de plomo sobre 10 y 20 µg/dl (Cuadro 10). Las diferencias observadas en el sector Puerto no alcanzaron significación estadística. Se ha descrito que el cigarrillo contiene plomo en diferentes concentraciones, pero la relación causal cigarrillo- plomo en sangre no se ha probado luego de ajustar por variables confundentes. En este caso el número de cigarrillos fumados dentro de la casa no varía por sector ni por años de escolaridad de la madre.

Otros factores de riesgo detectados para ambos sectores de exposición en conjunto fueron el *hábito del niño de comer tierra (pica)* y el *hábito de jugar la mayor parte del tiempo en la calle*, determinando razones de disparidad de 2,04 y 1,65 de tener plumbemia

mayor o igual a 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , respectivamente (Cuadro 8). Ambos se relacionan con el mayor contacto que el niño tendría con el medio principal de exposición a plomo, según lo demuestran las mediciones ambientales de la zona, que es el suelo.

La *pintura descascarada* en las paredes del interior de las casas de los niños del Puerto tiene un OR de 6,13 [1,29 - 33] para plomo sanguíneo  $\geq 10 \mu\text{g}/\text{dl}$  y la pintura descascarada de las paredes de la cocina de los hogares de niños del sector Ferrocarril alcanza un OR de 2,35 para plumbemia  $\geq 20 \mu\text{g}/\text{dl}$  (Cuadro 8). Estos hallazgos son similares a los observados en otros estudios de exposición poblacional a plomo. En este caso particular podría deberse al contenido mismo de la pintura o al polvo con alta concentración de plomo adherido a las paredes de la vivienda. La investigación ambiental realizada por el Servicio de Salud Antofagasta en las casas de los niños intoxicados con plomo reveló que las paredes tenían altos contenidos de plomo.

El CDC de Estados Unidos establece que la *antigüedad de las viviendas* es un factor de riesgo principalmente por el contenido elevado de plomo de las pinturas utilizadas antes de 1950 en ese país, considerándolo para decidir si se somete al niño a un *screening* de plomo en sangre<sup>5</sup>. En este estudio también aparece este factor como riesgo en ambos sectores de exposición aumentando significativamente el porcentaje de niños con niveles sanguíneos de plomo elevados cuando la vivienda tiene más de 20 años de antigüedad (Cuadros 10 y 11). Al asociar antigüedad de la vivienda con escolaridad de la madre (como aproximación al nivel socioeconómico) se observa una tendencia a vivir en casas más antiguas cuando los años de estudio son menos, pero no alcanza significación estadística.

En los Cuadros 10 y 11 aparecen algunas variables relacionadas directamente con el nivel socioeconómico. El promedio de años de estudio de las madres de niños con plumbemias bajo 10 y 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$  es significativamente mayor, demostrando nuevamente la importancia de la *escolaridad de la madre* en la salud de sus hijos. El que la *madre trabaje fuera del hogar* también aparece como un factor protector, probablemente por el mejoramiento del nivel de ingresos de la familia (Cuadro 8), pero el *tipo de actividad* que realiza determina un riesgo, a expensas de las empleadas y comerciantes versus las profesionales.

La asociación entre estado de salud apreciado por la madre y nivel de plomo sanguíneo se observa en el Cuadro 8. Los niños con plumbemias sobre 10  $\mu\text{g}/\text{dl}$  *enferman más frecuentemente o más gravemente* que los niños con niveles menores, con un riesgo estimativo de 1,55. En el sector del Puerto aparecen *problemas de crecimiento* en los niños con plomo sobre 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , con un OR de 12,00, pero con intervalos de confianza demasiado amplios. No estaba dentro de los objetivos de esta investigación medir el impacto en la salud de los niveles elevados de plomo en sangre, por lo que la medición de estas variables no fue realizada con instrumentos validados y probablemente las respuestas dependan mucho de variables maternas, como educación y posibilidad de acceso a centros de atención de salud. El *número de consultas al médico* en un año aparece como protector (Cuadro 11), pudiendo indicar la influencia del nivel socioeconómico más que problemas mayores de salud.

Cuadro 8  
 Razones de disparidad significativas para niveles de plomo  $\geq 10$  y  $\geq 20$   $\mu\text{g}/\text{dl}$   
 (Antofagasta, Chile, 1998)

Factor	OR	I DE C (95%)
<b>Sectores expuestos (Ferrocarriil y Puerto)</b>		
Plomo $\geq 20$ $\mu\text{g}/\text{dl}$		
Edad (grupo 2 a 4 años y resto de las edades)	2,14	1,11 – 4,14
Plomo $\geq 10$ $\mu\text{g}/\text{dl}$		
Comer tierra	2,04	1,05 – 2,61
Jugar en la calle	1,65	1,10 – 3,82
Edad (grupo 2 a 4 años y resto de las edades)	1,56	1,6 – 2,3
<b>Sector Ferrocarriil</b>		
Plomo $\geq 20$ $\mu\text{g}/\text{dl}$		
Distancia de acopios (<100metros y 100 – 400m)	2,75	1,23 – 6,07
Pintura suelta en la cocina	2,35	1,15 – 4,76
Plomo $\geq 10$ $\mu\text{g}/\text{dl}$		
Niño enferma frecuente o gravemente	1,55	1,00 – 2,42
Madre trabaja fuera del hogar	0,43	0,28 – 0,65
<b>Sector Puerto</b>		
Plomo $\geq 20$ $\mu\text{g}/\text{dl}$		
Problemas de crecimiento	12,00	1,17 – 148
Plomo $\geq 10$ $\mu\text{g}/\text{dl}$		
Pintura suelta paredes	6,13	1,29 - 33
Madre trabaja con plomo	10,7	0,94 - 279

\*p = 0,033

Cuadro 9  
 Asociación entre ubicación geográfica de la vivienda y niveles de plomo  
 (Sectores expuestos, Antofagasta, Chile, 1998)

Plomo en sangre	Grados de exposición	Nivel de significación (95%)
% Plomo $\geq 20$ $\mu\text{g}/\text{dl}$	Exposición alta = 21,5%	$\chi^2 = 19,4$ p < 0,0001 --
	Exposición intermedia = 10,1%	
	Exposición baja = 3,8%	
% Plomo $\geq 10$ $\mu\text{g}/\text{dl}$	Exposición alta = 63,6%	$\chi^2 = 24,64$ p < 0,0001 --
	Exposición intermedia = 45,0%	
	Exposición baja = 37,5%	

Exposición alta:                    Sectores Norte y Noreste  
 Exposición intermedia:        Sectores Noroeste y Oeste  
 Exposición baja:                Sectores Sur, Este, Sudeste y Sudoeste

Cuadro 10  
Factores de riesgo significativos para nivel de plomo  $\geq 10$  y  $\geq 20$   $\mu\text{g}/\text{dl}$   
(Sector Puerto, Antofagasta, Chile, 1998)

Factor	Proporción o promedio	Nivel de significación (95%)
Plomo $\geq 10$ $\mu\text{g}/\text{dl}$ % por tipo de actividad de la madre Empleada Comerciante Profesional	66,7% 3.0% 25.0%	p = 0,036
Plomo $\geq 20$ $\mu\text{g}/\text{dl}$ % por años de construcción de la vivienda < 5 años 6–10 años 11–20 años 21–50 años > 50 años	0% 0% 0% 3,8% 40.0%	p = 0,013

El resultado del análisis de Regresión Lineal se muestra en el Cuadro 12. El modelo final muestra que vivir en el sector del Ferrocarril, tener el hábito de comer tierra, el número de cigarrillos que se fuman diariamente dentro de la casa, los años de estudio de la madre y la condición de que la madre trabaje fuera del hogar son las variables que en su conjunto explican un 21% la variación del plomo en sangre. El nivel educacional de la madre actúa como un factor protector. Los valores de plomo sanguíneo alcanzados con este modelo, colocando estas variables en sus valores extremos, varían entre 0,88 y 21,4  $\mu\text{g}/\text{dl}$ . El valor máximo encontrado en el estudio fue de 44  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , lo cual confirma que habría un porcentaje importante de la variación que se explica por otros factores no incluidos en este estudio.

Cuadro 11  
 Factores significativos para nivel de plomo  $\geq 10$  y  $\geq 20$   $\mu\text{g/dl}$   
 (Sector Ferrocarril, Antofagasta, Chile, 1998)

Factor	Proporción o promedio	Nivel de significación (95%)
<b>Plomo <math>\geq 10</math> <math>\mu\text{g/dl}</math></b>		
Escolaridad de la madre (años)	11,7 vs 13,2	p = 0,000
% plomo $\geq 10$ $\mu\text{g/dl}$ por actividad de la madre		p = 0,001
Empleada	33,3%	
Comerciante	50,0%	
Profesional	21,5%	
N° cigarrillos que se fuman dentro de la casa		
% plomo $\geq 10$ $\mu\text{g/dl}$ por años de construcción de la vivienda:	3,6 vs 2,0	p = 0,007
< 5 años	41,7%	p = 0,043
6 – 10 años	31,7%	
11 – 20 años	43,5%	
21 – 50 años	54,5%	
> 50 años	56,6%	
Número de consultas al médico por año	1,3 vs 2,7	p = 0,011
<b>Plomo <math>\geq 20</math> <math>\mu\text{g/dl}</math></b>		
Escolaridad de la madre en años	10 vs 12,7	p = 0,000
N° cigarrillos que se fuman dentro de la casa	5,4 vs 2,4 día	p = 0,002
% plomo $\geq 20$ $\mu\text{g/dl}$ por años de construcción de la vivienda:		p = 0,05
< 5 años	2,8%	
6 – 10 años	2,9%	
11 – 20 años	7,4%	
21 – 50 años	14,5%	
> 50 años	13,2%	

Cuadro 12  
 Modelo de regresión lineal múltiple para niveles de plomo en sangre  
 (Antofagasta, Chile, 1998)

Variable	Coefficiente de regresión (error estándar)	Valor de p	Intervalo de confianza (95%)
Intercepto	10,5 (2,5)	0,000	5,5 – 15,5
Años escolaridad madre	-0,64 (0,1)	0,000	-0,9 – -0,4
Vivir en el sector de mayor exposición	2,34 (0,6)	0,000	1,2 – 3,5
Madre trabaja fuera de la casa	1,9 (0,8)	0,014	0,4 – 3,4
Comer tierra	3,2 (1,3)	0,015	0,6 – 5,8
Número de cigarrillos fumados en la casa	0,15 (0,06)	0,018	0,03 – 0,3

Coefficiente de correlación global 0,21

De acuerdo al modelo logístico, detallado en el Cuadro 13, un niño que habita en el sector del Ferrocarril tiene 24,85 veces más riesgo de tener plomo en sangre igual o superior a 7  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , en relación a uno que vive en el sector no expuesto; si vive en el sector del Puerto este riesgo es 22,56 veces mayor. Si el niño juega en la calle, el riesgo es 2 veces mas que si no juega. Otras variables que tienen influencia son de carácter sociodemográfico, presentando las madres no casadas un riesgo 1,93 veces mayor, y si trabajan fuera del hogar es de 1,91 veces. La escolaridad de la madre, medida en número de años de estudio, incluyendo la enseñanza superior, aparece nuevamente como un factor protector, determinando que por cada año de estudio de la madre la probabilidad del niño de tener niveles de plomo sanguíneo iguales o mayores a 7  $\mu\text{g}/\text{dl}$  disminuye en un 15% aproximadamente. En este modelo el cigarrillo no es significativo como factor de riesgo, luego de controlar por las otras variables. No se encontró interacción entre cigarrillo y sector. Este modelo es altamente significativo, con un Chi cuadrado de 66,89 ( $p < 0,001$ ).

Cuadro 13  
Modelo de regresión logística para valores de plomo  $\geq 7 \mu\text{g}/\text{dl}$   
(Antofagasta, Chile, 1998)

Variable	Coefficiente de Regresión (error estándar)	Valor de p	Odds Ratio	Intervalo de Confianza (95%)
Intercepto	-1,48 (1,03)	0,150		
Vivir en sector Ferrocarril	3,21 (0,78)	0,000	24,85	5,5 – 112,10
Vivir en sector Puerto	3,12 (0,90)	0,002	22,56	4,3 – 119,20
Jugar en la calle	0,69 (0,34)	0,040	2,00	1,03 – 3,90
Estado civil madre (no casada)	0,66 (0,31)	0,030	1,93	1,06 – 3,50
Madre trabaja fuera de la casa	0,65 (0,28)	0,020	1,91	1,1 – 3,30
Años escolaridad madre	-0,14 (0,05)	0,050	0,87	0,8 – 0,96

Chi cuadrado del modelo = 66,89

P < 0,0001

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

El hallazgo más importante de este estudio es la verificación de niveles elevados de plomo en un grupo de niños viviendo en los alrededores de acopios de plomo al aire libre vs aquellos no expuestos. La media geométrica para el nivel de plomo en sangre en niños del sector más expuesto fue 3  $\mu\text{g}/\text{dl}$  mayor que la encontrada en un estudio anterior realizado por nosotros en lactantes en la ciudad de Santiago<sup>59</sup>, que presenta la más alta contaminación atmosférica de Chile. Los niños viviendo en sectores no expuestos de Antofagasta presentaron niveles de plomo en sangre comparables a los encontrados en lactantes de San Felipe, ciudad con muy baja contaminación en Chile<sup>59</sup>. (Frenz et al., 1997)

No se ha descrito en la literatura un hecho similar al de Antofagasta donde la contaminación provenga del acopio a granel de concentrados de minerales, sin embargo la

presencia de fundiciones, plomo en pinturas u otras fuentes de plomo cercanas o dentro de las ciudades ha sido motivo de varias investigaciones (Maisonet, Bove & Kaye, 1997; Mielke et al., 1997; Elhelu, Caldwell & Hirpassa, 1995). Se ha visto que estas fuentes contaminan efectivamente el suelo (Mielke et al., 1997; Elhelu, Caldwell & Hirpassa, 1995), el cual sería determinante en los niveles de plomo de las personas, ya que luego incluso de 20 años del cierre de la fundición, ha persistido la contaminación del suelo y de la sangre de los niños que habitan en las cercanías (Díaz et al., 1997). Así mismo, se han conducido estudios para determinar el impacto que tiene en el descenso del plomo sanguíneo la remoción de la tierra contaminada de los patios de las casas (Maisonet, Bove & Kaye, 1997, Aschengrau et al., 1994; Weitzman et al., 1993). Se ha observado una modesta reducción, pero que a nivel poblacional puede significar que un porcentaje significativo de niños disminuya su riesgo. Sería de interés evaluar en Antofagasta los resultados de la eliminación de la capa superficial de suelo que se ha estado realizando en los patios de las casas de los niños de los sectores expuestos.

El análisis de los datos en cuanto a distancia de la vivienda de los niños incluidos de los sitios de acopio, así como su ubicación geográfica, muestran que la fuente de contaminación determinante de los altos niveles de plomo sanguíneo es el acopio de plomo a granel. Esto se confirma por la relación de tipo concéntrica entre la distancia de la vivienda a los acopios y los niveles de plomo en sangre, y por la relación entre niveles de plomo en sangre elevados en los niños viviendo en las áreas norte y noreste, donde la dirección predominante de los vientos arrastra el plomo. Además, el recorrido de los camiones que transportan minerales desde y hacia los patios de acopio del Ferrocarril determina que el viento arrastre con más intensidad el material particulado de los patios del Ferrocarril hacia esa zona y que el polvo con plomo desprendido de los camiones a su paso contamine en mayor proporción las calles y casas. En el Puerto, se encontró un aumento de los niveles de plomo pero sin relación con la dirección de los vientos, probablemente porque la población estudiada es muy pequeña y/o por un mayor impacto de otras fuentes de exposición.

Además de los acopios otras variables mostraron importancia en cuanto a valores elevados de plomo, dentro de estas, el nivel educacional de la madre, que se correlaciona bastante bien con el nivel socioeconómico de la familia. Numerosos estudios han mostrado esta relación anteriormente (Berney, 1993; Cambra & Alonso, 1995), a más bajo nivel socioeconómico mayor es el nivel de plomo en sangre. Un nivel educacional de la madre más elevado podría proteger al niño de la intoxicación plúmbica por varias razones. Por un lado puede significar un mejor ingreso económico, que implique una mejor alimentación, vivienda más nueva y de mejor calidad, mayor vigilancia del comportamiento y hábitos de los niños, aumento de las posibilidades de acceso oportuno a la atención médica y exámenes de laboratorio, etc. Además, una madre más educada puede inculcar hábitos higiénicos adecuados a sus hijos, mantener la vivienda en mejores condiciones de limpieza, y estar en conocimiento de las conductas que significan riesgo para la salud de sus niños. De lo anterior se desprende que las acciones educativas de prevención primaria en colegios y establecimientos de salud son fundamentales para proteger a la población expuesta a plomo ambiental.

Una variable novedosa de riesgo en Chile es la pintura descascarada de las paredes. Si bien es cierto los intervalos de confianza de los valores encontrados son amplios, los resultados son significativos. Esto puede estar asociado a dos hechos, en primer lugar a vivir en viviendas antiguas pintadas con pintura con contenido de plomo y otro, que debe ser investigado, que las pinturas utilizadas en el presente contengan aún cantidades de plomo importantes. Es por lo tanto interesante plantear una investigación para responder esta interrogante a través de un muestreo representativo de pintura de paredes de las casas del sector y del estudio de contenidos de plomo en pinturas que están siendo usadas en el país. Al respecto, el único estudio, no publicado, existente de contenido de pinturas en el país fue realizado por el ISP y Colegio Médico en Octubre de 1996, y demostró que todos los óleos, pinturas anticorrosivas y esmaltes estudiados presentaban cifras sobre la recomendación internacional (0,06% de plomo en base seca).

Un hecho interesante es que los modelos estadísticos explican solamente el 21% de la variabilidad del plomo en sangre. Esto hace plantear que existirían factores individuales que no están siendo medidos, al igual que otras fuentes de exposición ambientales como los alimentos, que investigaciones futuras deberían intentar cuantificar.

Otro tema pendiente de investigar, de suma importancia es el estudio del impacto que esta intoxicación crónica por plomo ha tenido en la salud de los niños. Con niveles bastante menores a los detectados en esta investigación se han descrito efectos en el desarrollo motor y mental temprano de los niños, especialmente disminución del Coeficiente Intelectual (Baghurst et al., 1997; Dietrich et al., 1990, 1992, 1993a, 1993b; Leviton et al., 1993; McMichael et al., 1988, 1994; Needleman & Gatsonis, 1990; Pocock, Smith & Baghurst, 1994; Wigg et al., 1988), los que pueden prolongarse en el tiempo, incluso hasta la edad adulta (Bellinger, Stiles & Needleman, 1992; Fergusson, Horwood & Lynskey, 1997; Needleman et al., 1990; Tong et al., 1996; White et al., 1993). Actualmente, todos los niños con plumbemias altas son atendidos en el Hospital Regional de Antofagasta, pero los hallazgos clínicos que se puedan detectar no será posible atribuirlos a la intoxicación por plomo, a menos que se realice un estudio epidemiológico que incluya mediciones estandarizadas internacionalmente y uno o más grupos de control.

Finalmente, esta investigación ha demostrado también el rol fundamental de la epidemiología aplicada a estudiar problemas de salud pública. En base a los resultados de esta investigación el Servicio de Salud Antofagasta tomó numerosas acciones de protección de la comunidad afectada, entre estas solicitar el traslado de los acopios de plomo fuera del radio urbano, realizar una campaña educativa referente a las medidas de protección en el hogar, llevar a cabo un proyecto de restauración de las zonas contaminadas incluyendo remoción de tierra, etc., todo lo cual ha llevado a mejorar las condiciones de salud en relación a este problema de toda la comunidad afectada en Antofagasta.

## REFERENCIAS

- Alonso, P. et al. (1997) Intoxicación por plomo: Estudio epidemiológico Ñuble, Chile 1996. *Epi Visión*. 18 (4-8/Ago.): 10-15.
- Alvarez, M. et al. (1997) Childhood lead poisoning on the US-Mexico border: A case study in environmental health nursing lead poisoning. *Public Health Nursing* 14 (6/Dec.): 353-360.
- Aschengrau, A. et al. (1994) The impact of soil lead abatement on urban children's blood lead levels: Phase II results from the Boston Lead-In-Soil Demonstration Project. *Environmental Research* 67 (2/Nov.): 125-148.
- Baghurst, P.A. et al. (1992) Environmental exposure to lead and children's intelligence at the age of seven years: The Port Pirie Cohort Study. *New England Journal of Medicine* 327: 1279-1284.
- Baker, E.L. et al. (1977) Lead poisoning in children of lead workers: Home contamination with industrial dust. *New England Journal of Medicine* 296: 260-261.
- Bellinger, D. et al. (1987) Longitudinal analyses of prenatal and postnatal lead exposure and early cognitive development. *New England Journal of Medicine* 316 (17): 1037-1043.
- Bellinger, D. et al. (1991) Weight gain and maturity in fetuses exposed to low levels of lead. *Environmental Research* 54 (2/Apr.): 151-158.
- Bellinger, D.C. et al. (1984) Early sensory motor development and prenatal exposure to lead. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology* 6: 387-402.
- Bellinger, D.C. et al. (1986) Low level lead exposure and infant development in the first year. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology* 8: 151-161.
- Bellinger, D.C., K.M. Stile & H.L. Needleman (1992) Low-level exposure, intelligence and academic achievement: A long-term follow-up study. *Pediatrics* 90 (6/Dec.): 855-861.
- Berney, B. (1993) Round and round it goes: The epidemiology of childhood lead poisoning 1950-1990. *Milbank Quarterly* 71 (1): 3-39.
- Bhattacharya, A. et al. (1995) Effect of early lead exposure on children's postural balance. *Developmental Medicine and Child Neurology* 37 (10/Oct.): 861-878.
- Calderón, J.V. et al. (1996) Evolution of lead toxicity in a population of children. *Human and Experimental Toxicology* 15 (5/May): 376-82.
- Cambra, K. & E. Alonso (1995) Blood lead levels in 2- to 3-year-old children in the Greater Bilbao Area (Basque Country, Spain): Relation to dust and water lead levels. *Archives of Environmental Health* 50 (5/Sep.-Oct.): 362-366.
- Carpenter D.O. et al. (1994) Long-term potentiation in the piriform cortex is blocked by lead. *Cell and Molecular Neurobiology* 14 (6/Dec.): 723-733.
- Corey, G. & L. Galvao (1989) *Plomo Serie Vigilancia* 8 (Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud). Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).
- Damm, D. et al. (1993) Early lead exposure and neonatal jaundice: Relation to neurobehavioral performance at 15 years of age. *Neurotoxicology and Teratology* 15 (3/May-Jun): 173-181.
- Davis, J.M. & D.J. Svendsgaard (1987) Lead and child development. *Nature* 329: 297-300.

- Díaz, D. et al. (1986) Concentración de Cadmio y Plomo en harina de pescado y jurel en conserva. *Revista Chilena de Nutrición* 14: 77.
- Díaz, F. et al. (1997) The El Paso smelter 20 years later: Residual impact on Mexican children. *Environmental Research* 74 (1): 11–16.
- Díaz, O., S. Aguirre & L. Clucci (1984) Determinación de Cadmio y Plomo obtenido de San Antonio (Chile). *Revista Chilena de Nutrición* 12: 121.
- Dietrich, K. et al. (1987) Low-level fetal lead exposure effect on neurobehavioral development in early infancy. *Pediatrics* 80 (5): 721–730.
- Dietrich, K.N. et al. (1990) Lead exposure and neurobehavioral development in later infancy. *Environmental Health Perspectives* 89 (Nov.): 13–19.
- Dietrich, K.N. et al. (1991) Lead exposure and the cognitive development of urban preschool children: The Cincinnati Lead Study Cohort at age 4 years. *Neurotoxicology and Teratology* 13: 203–211.
- Dietrich, K.N. et al. (1992) Lead exposure and the central auditory processing abilities and cognitive development of urban children: The Cincinnati Lead Study cohort at age 5 years. *Neurotoxicology and Teratology* 14 (1/Jan.): 51–56.
- Dietrich, K.N. et al. (1993a) The developmental consequences of low to moderate prenatal and postnatal lead exposure: Intellectual attainment in the Cincinnati Lead Study Cohort following school entry. *Neurotoxicology and Teratology* 15 (1/Jan.–Feb.): 37–44.
- Dietrich, K.N., O.G. Berger & P.A. Succop (1993b) Lead exposure and the motor developmental status of urban six-year-old children in the Cincinnati Prospective Study. *Pediatrics* 91 (2/Feb.): 301–307.
- Elhelu, M.A., D.T. Caldwell & W.D. Hirpassa (1995) Lead in inner-city soil and its possible contribution to children's blood lead. *Archives of Environmental Health* 50 (2/Mar.–Apr.): 165–169.
- Faust, D. & J. Brown (1987) Moderately elevated blood lead levels: Effects on neuropsychological functioning in children. *Pediatrics* 80 (5): 623–629.
- Fergusson, D.M., L.J. Horwood & M.T. (1997) Early dentine lead levels and educational outcomes at 18 years. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines* 1997 May; 38(4): 471–8.
- Foster, W.G. et al. (1997) Chronic lead exposure effects in the cynomolgus monkey (*Macaca fascicularis*) testis. *Ultrastructural Pathology* 22 (1/Jan.–Feb.): 63–71.
- Frenz, P. et al. (1997) Exposición Crónica a Plomo Ambiental en Lactantes Chilenos. *Revista Médica de Chile* 125: 1137–1144.
- Goyer, R.A. (1993) Lead toxicity: Currents concerns. *Environmental Health Perspectives* 100 (Apr.): 177–187.
- Gulson, B.L. et al. (1997) Pregnancy increases mobilization of lead from maternal skeleton. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 130 (1): 51–62.
- Hammand, T.A, M. Sexton & P. Langenberg (1996) Relationship between blood lead and dietary iron intake in preschool children: A cross-sectional study. *Annals of Epidemiology* 6 (1/Jan.): 30–33.
- Intendencia Regional Metropolitana-Serplac (1989) *Estudio epidemiológico sobre efectos de la contaminación atmosférica: Informe final*. Santiago de Chile: Intendencia Regional Metropolitana-Serplac. Diciembre.
- Leviton, A. (1993) Pre- and postnatal low-level lead exposure and children's dysfunction in school. *Environmental Research* 60 (1/Jan.): 30–43.

- Maisonet, M, F.J. Bove & W.E. Kay (1997) A case-control study to determine risk factors for elevated blood lead levels in children, Idaho. *Toxicology and Industrial Health* 13 (1/Jan–Feb): 67–72.
- McMichael, A.J. et al. (1986) The Port Pirie Cohort Study: Maternal blood lead and pregnancy outcome. *Journal of Epidemiology and Community Health* 40: 18–25.
- McMichael, A.J. et al. (1988) Port Pirie Cohort study: Environmental exposure to lead and children's abilities at the age of four years. *New England Journal of Medicine* 319 (8/Aug 25): 468–475.
- McMichael, A.J. et al. (1994) Tooth lead levels and IQ in school-age children: The Port Pirie Cohort Study. *American Journal of Epidemiology* 140 (6/Sep. 15): 489–499.
- Mielke, H.W. et al. (1997) Associations between soil lead and childhood blood lead in urban New Orleans and rural Lafourche Parish of Louisiana. *Environmental Health Perspectives* 105 (9/Sep.): 950–954.
- Miller M.B. et al. (1996) Pool cue chalk: A source of environmental lead. *Pediatrics* 97 (6/Jun., Pt. 1): 916–917.
- Morse, D.L. et al. (1979) Exposure of children to lead in drinking water. *American Journal of Public Health* 69: 711–721.
- Needleman, H.L. & C.A. Gatsonis (1990) Low-level lead exposure and the IQ of children. A meta-analysis of modern studies. *Journal of the American Medical Association (JAMA)* 263 (5/Feb. 2): 673–678.
- Needleman, H.L. (1993) The current status of childhood low-level toxicity. *Neurotoxicology* 14 (2–3): 161–166.
- Needleman, H.L. et al. (1979) Deficits in psychologic and classroom performance of children with elevated dentine lead levels. *New England Journal of Medicine* 300: 689–695.
- Needleman, H.L. et al. (1990) The long-term effects of exposure to low doses of lead in childhood. An 11-year follow-up report. *New England Journal of Medicine* 322 (2/Jan. 11): 83–88.
- Needleman, H.L. et al. (1996) Bone lead levels and delinquent behavior. *Journal of the American Medical Association (JAMA)* 275 (5/Feb. 7): 363–369.
- Needleman, H.L., M. Rabinowitz & A. Leviton (1984) The relationship between prenatal exposure to lead and congenital anomalies. *Journal of the American Medical Association (JAMA)* 251: 322.
- Otto, D. et al. (1982) Effects of low to moderate lead exposure on slow cortical potentials in young children: Two-year follow-up study. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology* 4: 733–737.
- Pocock, S.J., M. Smith & P. Baghurst (1994) Environmental lead and children's intelligence: A systematic review of the epidemiological evidence. *British Medical Journal* 309 (6963/Nov. 5): 1189–1197.
- Rabinowitz, M.B., G.W. Wetherill & J.D. Kopple (1976) Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. *Journal of Clinical Investigation* 58: 260–270.
- Redondo, M.J., F.J. Alvarez & A. Blanco (1994) Blood lead in a population of children with iron deficiency. *Medicine Clínica (Barcelona)* 102 (6: 19 Feb.): 201–204.
- Romieu, I. et al. (1994) Sources of lead exposure in Mexico City. *Environmental Health Perspectives* 102: 384–389.
- Romieu, I., M. Lascasana & R. McConnell (1997) Lead exposure in Latin America and the Caribbean. Lead Research Group of the Pan American Health Organization. *Environmental Health Perspectives* 105 (4/April): 398–405.
- Schwartz, J. & D. Otto (1986) *Blood lead levels, hearing thresholds, and neurobehavioral development in NHANES II children and youth*. Cincinnati: Health Effects Research Laboratory, United States Environmental Protection Agency (USEPA).

- Schwartz, J., C. Angle & H. Pitcher (1986) Relationship between childhood blood lead levels and stature. *Pediatrics* 77: 281–288.
- Seppalainen, A.M. & S.A. Hernberg (1982) A follow-up study of nerve conduction velocities in lead exposed workers. *Neurobehavioral Toxicology and Teratology* 4: 721–723.
- Shen, X.M. et al. (1997) Umbilical cord blood lead levels in Shanghai, China. *Biomedical and Environmental Sciences* 10 (1/Mar.): 38–46.
- Shukla, R. et al. (1989) Fetal and infant lead exposure: effects on growth in stature. *Pediatrics* 84 (4/Oct.): 604–612.
- Shukla, R. et al. (1991) Lead exposure and growth in the early preschool child: A follow-up report from the Cincinnati Lead Study. *Pediatrics* 88 (5/Nov.): 886–892.
- Sprinkle, R.V. (1995) Leaded eye cosmetics: A cultural cause of elevated lead levels in children. *Journal of Family Practice* 40 (4/Apr.): 358–362.
- Staessen J. (1995) Low-level lead exposure, renal function and blood pressure. *Verhandelingen-Koninklijke Academie voor Geneeskunde van België* 57 (6): 527–74.
- Tong, S. et al. (1996) Lifetime exposure to environmental lead and children's intelligence at 11–13 years: The Port Pirie cohort study. *British Medical Journal* 312 (7046/Jun. 22): 1569–1575.
- United States Department of Health (1991) Preventing Lead Poisoning in Young Children: CDC Public Statement. Washington, DC: United States Department of Health (October).
- United States Environmental Criteria and Assessment Office (1986) *Air quality criteria for lead* (Vol. II: EPA/600/8-83/026bF). Washington, DC: United States Environmental Criteria and Assessment Office.
- United States Environmental Protection Agency (USEPA) (1983) *National Ambient Air Quality Standards*. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency (USEPA).
- Veberk, M.M. et al. (1996) Environmental lead and renal effects in children. *Archives of Environmental Health* 51 (1/Jan–Feb): 83–87.
- Weitzman, M. et al. (1993) Lead-contaminated soil abatement and urban children's blood lead levels. *Journal of the American Medical Association (JAMA)* 269 (13/Apr. 7): 1647–1654.
- White, R.F. et al. (1993) Residual cognitive deficits 50 years after lead poisoning during childhood. *British Journal of Industrial Medicine* 50 (7/Jul.): 613–622.
- Wigg, N.R. (1988) Port Pirie Cohort study: Childhood blood lead and neuropsychological development at age two years. *Journal of Epidemiology and Community Health* 42 (3/Sep): 213–219.
- Winneke, G., H. Lilienthal & U. Kramer (1996) The neurobehavioural toxicology and teratology of lead. *Archives of Toxicology Supplement* 18: 57–70.
- World Health Organization (WHO) (1994) *Working Group on Inorganic Air Pollutants*. Ginebra: World Health Organization (WHO), 24–27 Octubre.
- Zejda, J.E. et al. (1997) Blood lead levels in urban children of Katowice Voivodship, Poland: Result of the population-based biomonitoring and surveillance program. *Central European Journal of Public Health* 5 (2/June): 60–64.

## ANEXOS

### N° de identificación

#### Consentimiento informado

Como es de conocimiento público, en algunos sectores de la ciudad se almacenan concentrados de minerales que, por las características de almacenaje, son arrastrados por el viento hacia las viviendas y eventualmente pueden producir problemas en la salud de las personas.

Años atrás, el Servicio de Salud de Antofagasta efectuó un estudio para determinar si los alumnos de las escuelas cercanas a los sitios de almacenamiento presentaban algún efecto metabólico por la exposición a plomo.

Actualmente, el incremento del transporte de minerales desde los países limítrofes ha obligado a adoptar medidas de vigilancia de la contaminación que pudiera estar afectando a las personas que viven en las áreas aledañas a los sitios de almacenaje y embarque, para lo cual se efectúan mediciones ambientales de material particulado en forma periódica.

Para complementar esta vigilancia, nuestro servicio de salud ha decidido realizar un estudio epidemiológico para determinar la presencia de plomo en el ambiente y en el organismo de los niños menores de 6 años, que son los más propensos a sufrir daño en su salud.

Se ha determinado que el área donde Ud. reside se encuentra lo suficientemente cerca de los acopios de concentrado de plomo y podría estar siendo contaminado por él. Para confirmar este hecho y determinar si su(s) hijo(s) presentan una concentración de plomo en la sangre que pudieran causarle alguna enfermedad es que solicitamos su participación en este estudio. Con ello Ud. contribuirá al conocimiento sobre este contaminante y permitirá que se diagnostique oportunamente cualquier alteración en la salud de su hijo.

Si Ud. acepta participar, le pediremos contestar algunas preguntas relacionadas con su familia, su vivienda y sus hábitos, para determinar su posible exposición a plomo. Además de eso, permitir la toma de una muestra de sangre a su hijo, en busca de anemia y plomo. Estas acciones se llevarán a cabo en un local ubicado en....., donde deberá concurrir con su hijo en la fecha y hora que indica la tarjeta de identificación que le entregaremos.

Las muestras de sangre serán obtenidas por una enfermera universitaria, y analizadas por un laboratorio de la más alta calidad en Santiago.

Su participación es absolutamente voluntaria, y si Ud. decide hacerlo le rogamos firmar su consentimiento en las líneas siguientes.

Esperamos contar con su colaboración, ya que los resultados de este estudio irán en directo beneficio de su familia y de la comunidad.

Yo \_\_\_\_\_

*después de haber leído y haberme informado en detalle del estudio por el(la)*

*Sr(a).* \_\_\_\_\_

*doy mi consentimiento para participar en el estudio sobre plomo en el*

*ambiente. Vivo en* \_\_\_\_\_.

*Entiendo que mi participación es voluntaria.*

\_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199 \_\_\_\_\_

---

*Nombre y Firma de la Madre o Tutor*

---

*Nombre y Firma de la Enfermera*

N° de identificación

## Cuestionario

1. Fecha de la entrevista

2. Dirección \_\_\_\_\_

Calle

N°

Dpto.

3. Teléfono \_\_\_\_\_

4. Nombre del entrevistador (a)

\_\_\_\_\_

5. Nombre de la entrevistada

\_\_\_\_\_

6. Relación con el niño

\_\_\_\_\_

7. Nombre del niño

\_\_\_\_\_

8. Fecha de nacimiento del niño

9. Edad materna

N° de identificación

10. Último curso aprobado

11. Tipo de enseñanza

básica (1)

media (2)

superior (3)

12. Estado civil

casada (1)

soltera (2)

conviviente (3)

otro (4)

13. ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en su actual residencia?

---

14. Su actual vivienda se encuentra ubicada en:

una calle privada o pasaje (1)

una calle abierta al tránsito (2)

una avenida o eje vial (3)

una calle donde existe paradero de buses (4)

a un lado de la costanera (5)

otro \_\_\_\_\_ (6)

15. ¿Cuántas cuadras hay entre su casa y los acopios de concentrado de minerales (puerto o ferrocarril)?

---

## N° de identificación

16. ¿En qué dirección se encuentra su casa respecto a los acopios?

---

17. ¿Cuántas calles hay entre su casa y la principal vía de circulación de automóviles más cercana?

18. ¿La calle donde vive es pavimentada?

sí (1)

no (2)

19. ¿Cómo describiría el tránsito de vehículos cerca de donde vive (alrededor de una cuadra de su casa)?

pasan micros y/o buses además de autos (1)

pasan muchos autos (2)

pasan autos en cantidad regular (3)

pasan autos ocasionalmente (4)

casi nunca pasan autos (5)

20. a. ¿Su casa o edificio tiene patio o jardín?

sí (1) no (2)

b. ¿Este tiene mucha tierra suelta?

sí (1) no (2)

N° de identificación

21. ¿Cuántos años de construida tiene su vivienda, aproximadamente?

- |              |     |
|--------------|-----|
| 5 o menos    | (1) |
| entre 6 a 10 | (2) |
| 11 a 20      | (3) |
| 21 a 50      | (4) |
| más de 50    | (5) |
| no sabe      | (8) |

22. Las cañerías o las conexiones entre la cañería y el sistema de agua potable son de:

- |                              |     |
|------------------------------|-----|
| metal color plomo            | (1) |
| metal color cobre            | (2) |
| metal galvanizado (plateado) | (3) |
| plástico (PVC)               | (4) |
| otro material _____          | (5) |
| no sabe                      | (8) |

23. ¿Las paredes de la casa donde vive actualmente están pintadas?

- |    |     |    |     |
|----|-----|----|-----|
| sí | (1) | no | (2) |
|----|-----|----|-----|

24. ¿En los últimos 6 meses, se pintó alguna de las habitaciones o la casa por fuera?

- |    |     |    |     |        |
|----|-----|----|-----|--------|
| sí | (1) | no | (2) | → p.27 |
|----|-----|----|-----|--------|

25. ¿Ud. ayudó a pintar su casa o departamento en esa oportunidad?

- |    |     |    |     |
|----|-----|----|-----|
| sí | (1) | no | (2) |
|----|-----|----|-----|

## N° de identificación

26. ¿Qué utilizó para pintar?

	sí	color	no	
Pintura látex	(1) _____		(2)	—
Pintura óleo	(1) _____		(2)	—
Pintura esmalte	(1) _____		(2)	—
Anti-oxidante	(1) _____		(2)	—
Otro _____	(1) _____		(2)	—

27. ¿Alguna pared de su casa tiene la pintura suelta o descascarada?

sí (1) no (2)

28. ¿Su familia tiene automóvil?

sí (1) no (2) → p. 30

29. Si tiene auto, ¿de qué año es?

30. ¿Su vivienda tiene un lugar donde guarden autos?

sí (1) no (2) → p. 32

31. ¿Este lugar donde guardan autos tiene techo y/o paredes?

- sólo techo (1)
- sólo paredes (2)
- techo y paredes (3)
- sin techo ni paredes (4)

N° de identificación

32. ¿Hay cerca de su vivienda algún o algunos de los lugares que se indican a continuación?

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
imprensa	(1)	(2)	—
fundidora de metales (chatarra)	(1)	(2)	—
fábrica de baterías	(1)	(2)	—
recuperadora de baterías	(1)	(2)	—
fábrica de pinturas o barnices	(1)	(2)	—
fábrica de plásticos	(1)	(2)	—
bomba de bencina	(1)	(2)	—
taller de autos	(1)	(2)	—
taller de gasfitería	(1)	(2)	—
fábrica de cerámica	(1)	(2)	—

33. ¿Alguna persona que viva en su casa trabaja en...?

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
imprensa	(1)	(2)	—
fundidora de metales (chatarra)	(1)	(2)	—
fábrica de baterías	(1)	(2)	—
recuperadora de baterías	(1)	(2)	—
fábrica de pinturas o barnices	(1)	(2)	—
fábrica de plásticos	(1)	(2)	—
bomba de bencina	(1)	(2)	—
taller de autos	(1)	(2)	—
taller de gasfitería	(1)	(2)	—
Fábrica de cerámica	(1)	(2)	—
como pintor	(1)	(2)	—
como soldador	(1)	(2)	—
con plomo	(1)	(2)	—

## N° de identificación

34. ¿Qué parentesco tiene con el niño?

- |            |     |
|------------|-----|
| madre      | (1) |
| padre      | (2) |
| hermano(a) | (3) |
| tío(a)     | (4) |
| abuelo(a)  | (5) |
| otro_____  | (6) |

35. Si la respuesta 33 es sí, ¿se lava la ropa de trabajo en casa?

- |        |        |
|--------|--------|
| sí (1) | no (2) |
|--------|--------|

36. ¿Alguna persona hace actividades de trabajo o de pasatiempo en su casa o edificio del siguiente tipo?

- |                     | <i>sí</i> | <i>no</i> |   |
|---------------------|-----------|-----------|---|
| pintar              | (1)       | (2)       | — |
| soldar              | (1)       | (2)       | — |
| joyería con metales | (1)       | (2)       | — |
| hacer vitrales      | (1)       | (2)       | — |
| mecánica            | (1)       | (2)       | — |
| usa plomo           | (1)       | (2)       | — |

37. Aproximadamente, ¿cuántas ventanas tiene su casa?

38. ¿Cuántas horas las abre al día?

verano

invierno

N° de identificación

39. ¿De qué material es la mayor parte del piso de su casa?

- madera (1)
- linoleno o flexit (2)
- cemento (3)
- tierra (4)
- otro (5)

40. ¿Tiene alfombra u otra cobertura similar?

- sí (1)
- no (2)

*Ahora, voy a empezar con algunas preguntas sobre Ud. y su hijo.*

41. ¿Usted tiene un trabajo por el cuál le paguen?

- sí (1)
- no (2) → p. 46

42. ¿A qué se dedica? \_\_\_\_\_

- empleada (1)
- comerciante por su cuenta (2)
- profesional (3)
- obrero de fábrica (4)
- otra (5)

43. ¿Usted sabe si en el lugar donde trabaja se usa plomo o algún producto que contenga plomo?

- sí (1)
- no (2)

44. ¿Usted se lleva la ropa y/o los zapatos con que trabaja a la casa?

- sí (1)
- no (2)

## N° de identificación

45. ¿Cuántos meses lleva en ese trabajo?\_\_\_\_\_

46. ¿Su hijo ha tenido algún problema en su crecimiento o desarrollo?

sí (1) no (2) → p. 48

47. ¿Qué problema de crecimiento o desarrollo?

---

---

48. ¿Su niño(a) se enferma frecuentemente o gravemente?

sí (1) no (2) → p. 50

49. ¿De qué se enferma el niño(a)?\_\_\_\_\_

50. ¿El niño(a) ha tenido convulsiones?

sí (1) no (2)

51. ¿El niño(a) ha tenido ausencia o fija de repente la mirada sin hacer caso a la gente?

sí (1) no (2)

52. ¿El niño(a) toma algún medicamento regularmente?

sí, cuál?\_\_\_\_\_ (1) no (2)

53. En el último año, refiera el número de veces que su hijo:

ha tenido controles de salud \_\_\_\_\_

ha tenido consultas médicas por enfermedad \_\_\_\_\_

ha sido hospitalizado \_\_\_\_\_

54. ¿Cuáles fueron los diagnósticos en las consultas médicas?

---

---

---

---

N° de identificación

55. ¿Cuáles fueron los diagnósticos de hospitalización?

---

---

---

56. ¿En qué lugar habitualmente se realizan los controles de niño sano o las consultas por enfermedad?

Consultorio\_\_\_\_\_ (1)

Médico particular (2)

otro\_\_\_\_\_ (3)

57. ¿Hay otros niños que viven en su casa?

sí (1) ¿cuántos?

no (2)

*Ahora, voy a hacerle algunas preguntas sobre los hábitos de su hijo(a) y costumbres de la casa.*

58. ¿Cuando se queda en la casa, quien está a cargo del cuidado de su hijo(a)?

la madre (1)

la nana (2)

el padre (3)

otro pariente\_\_\_\_\_ (4)

otra persona\_\_\_\_\_ (5)

## N° de identificación

59. ¿Dónde pasa la mayor parte del día su hijo(a)?

- en la casa (1) → p. 66  
en la casa de un pariente (2)  
en un jardín infantil, guardería o colegio (3) → p. 61  
en la casa de un(a) amigo(a) (4)  
otro \_\_\_\_\_ (5)

60. Si no está en la casa ¿cuál es el sector donde permanece el(la) niño(a) durante el día?

\_\_\_\_\_  
Sector

61. Nombre y dirección

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

62. Curso actual

63. ¿Cuántas horas está fuera de la casa (en el jardín infantil u otro lugar)?

64. ¿Regularmente, cuántos días a la semana está fuera de la casa?

65. ¿Para llegar al jardín, colegio o el lugar donde le cuidan a su hijo, en qué se moviliza (marque los que corresponden)?

- (1) auto  
(2) micro o bus  
(3) taxi  
(4) caminando  
(5) bicicleta  
(6) otro \_\_\_\_\_

N° de identificación

66. ¿Dónde juega su hijo normalmente (cuando no está en el jardín infantil o colegio)? Marque las aplicables.

- (1) adentro de la casa
- (2) jardín o patio
- (3) Donde guardan autos
- (4) calle
- (5) plaza o parque
- (6) otro\_\_\_\_\_

67. ¿Cuántas veces Ud. u otra persona lleva su hijo(a) afuera o a pasear en una semana?

- Nunca (0)
- A veces (1)
- Casi todos los días (2)

68. ¿Dónde juega su hijo(a) dentro de la casa?

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
cuna o corral	(1)	(2)	—
piso	(1)	(2)	—
coche	(1)	(2)	—
andador	(1)	(2)	—
otro_____	(1)	(2)	—

## N° de identificación

69. ¿Su hijo(a) juega con:

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
juguets de madera pintados	(1)	(2)	—
juguets de metal pintados	(1)	(2)	—
juguets de plástico	(1)	(2)	—
juguets de género	(1)	(2)	—
juguets de papel	(1)	(2)	—
otro _____	(1)	(2)	—

70. ¿Su hijo chupa o muerde objetos no comestibles?

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
chupete	(1)	(2)	—
pulgar o dedo	(1)	(2)	—
revistas, diarios, papeles	(1)	(2)	—
juguets	(1)	(2)	—
lápices de color _____	(1)	(2)	—
muebles (corral, cuna, cama)	(1)	(2)	—
barandas u otro borde	(1)	(2)	—
come tierra	(1)	(2)	—
come pintura	(1)	(2)	—
lleva las manos a la boca	(1)	(2)	—

71. En un día común y corriente, ¿cuántas veces al día le lava las manos a su hijo(a)?

72. ¿Ud. le lava las manos antes de comer algún alimento?

No	(0)
A veces	(1)
Siempre	(2)

N° de identificación

73. Con respecto al lugar donde duerme su hijo(a)

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
hay pintura suelta cerca de la cama	(1)	(2)	—
la cama tiene marcas de mordidas	(1)	(2)	—
la cama está al lado de la ventana	(1)	(2)	—

74. Con respecto a su cocina y/o comedor

hay pintura suelta en las paredes	(1)	(2)	—
hay ventanas	(1)	(2)	—
guardan o sirven comida en latas	(1)	(2)	—
preparan, guardan o sirven comida en cerámica artesanal o greda?	(1)	(2)	—

*Ahora, con respecto a la alimentación de su hijo(a):*

75. Alimento	<i>sí</i>	<i>no</i>	<i>edad introducida</i>	
lactancia natural	(1)	(2)	_____	—
fórmula láctea	(1)	(2)	_____	—
agua	(1)	(2)	_____	—
jugo	(1)	(2)	_____	—
fruta	(1)	(2)	_____	—
purés caseros	(1)	(2)	_____	—
colados	(1)	(2)	_____	—
enlatados	(1)	(2)	_____	—
comida de la casa	(1)	(2)	_____	—

76. Si toma fórmula láctea:

	<i>sí</i>	<i>no</i>	
usa agua de la llave caliente	(1)	(2)	—
usa agua de la llave hervida	(1)	(2)	—
usa otra agua_____	(1)	(2)	—

N° de identificación

77. ¿Su hijo toma vitaminas?

sí (1) tipo \_\_\_\_\_ no (2)

78. ¿Cuántas personas de las que viven en su casa fuman cigarrillos cuando están dentro de la casa?

79. ¿Cómo cuántos cigarrillos fuma(n) en la casa al día todas esas personas? \_\_\_\_\_

*Ahora, voy a hacer un examen físico breve a su hijo(a).*

80. Peso

Talla

81. Marque con un círculo si hay alteración en algún sistema:

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| 1. aspecto          | 9. tórax          |
| 2. piel             | 10. pulmones      |
| 3. panículo adiposo | 11. corazón       |
| 4. ganglios         | 12. abdomen       |
| 5. cabeza           | 13. genitales     |
| 6. ojos             | 14. cadera        |
| 7. boca             | 15. osteomuscular |
| 8. cuello           | 16. reflejo       |

82. Diagnósticos:

---

---

N° de identificación

83. Observaciones:

---

---

84. Muestra de sangre:

sí (1)

no (2) \_\_\_\_\_

N°

## Formulario de censo poblacional

Dirección \_\_\_\_\_

Calle

N°

Dpto.

Sector Ferrocarril \_\_\_\_\_

Puerto \_\_\_\_\_

Comuna: Antofagasta

Fono \_\_\_\_\_

Fecha de visita \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199\_\_

Hora de visita \_\_\_\_\_

Nombre del encuestador \_\_\_\_\_

¿Viven niños menores de 6 años en la casa?      sí \_\_\_\_\_  
no \_\_\_\_\_

¿Cuántos? \_\_\_\_\_

¿Entre que horas se encuentran en la casa? \_\_\_\_\_



N° de identificación

## Citación

Se cita a la Sra. \_\_\_\_\_

para que concurra junto a su hijo(a) \_\_\_\_\_

el día \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199\_\_ a las \_\_\_\_\_ hrs. a la siguiente dirección:

\_\_\_\_\_

Allí profesionales de la salud le harán una encuesta y tomarán una muestra de sangre a su hijo(a).

Fecha \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199\_\_

Persona que entrega la citación \_\_\_\_\_

Persona que recibe la citación \_\_\_\_\_



N° de identificación

## Formulario de registro de toma del examen

1. Fecha

2. Nombre de la enfermera

---

3. Nombre de la madre

---

4. Nombre del niño(a)

---

5. Fecha de nacimiento

Edad años\_\_\_ meses\_\_\_

6. Domicilio

---

calle	N°	dpto.	sector
-------	----	-------	--------

7. Muestra de plomo en sangre

sí (1) no (2) \_\_\_\_\_

8. Muestra anemia

sí (1) no (2) \_\_\_\_\_

N° de identificación

9. Ingresó al estudio

sí (1)

no (2) motivo: \_\_\_\_\_

10. Observaciones:

---

N° de identificación

## Hoja de seguimiento

1. Nombre del niño(a) \_\_\_\_\_

2. Nombre de la madre \_\_\_\_\_

3. Fecha nacimiento niño(a) \_\_\_\_ \_\_\_\_ \_\_\_\_

4. Edad niño(a) \_\_\_\_\_

5. Dirección \_\_\_\_\_

	calle	N°	dpto.	Sector
6. Censo	sí ____	no ____	Fecha ____	____ ____ ____
7. Consentimiento informado	sí ____	no ____	Fecha ____	____ ____ ____
8. Ingresa al estudio	sí ____	no ____	Fecha ____	____ ____ ____
9. Cuestionario	sí ____	no ____		

10. Muestras:

Plomo \_\_ Fecha envío lab \_\_ \_\_ \_\_ Resultado \_\_ ug/dl

Anemia \_\_ Fecha envío lab \_\_ \_\_ \_\_ Resultado Hto \_\_\_\_%

11. Derivación sí \_\_\_\_ no \_\_\_\_

12. Lugar de derivación

\_\_\_\_\_

13. Comentarios

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Fecha: \_\_\_\_\_

N° de identificación

Servicio Salud Antofagasta

Departamento de Programas sobre el Ambiente

\_\_ de \_\_\_\_\_ de 199\_\_

### Hoja de derivación

Nombre \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_

Nombre de la madre \_\_\_\_\_

De: \_\_\_\_\_

A: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Motivo de derivación

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Atentamente

\_\_\_\_\_

Nombre y firma del médico

---

Coordinación de Investigaciones  
*División de Salud y Desarrollo Humano*  
Investigaciones en Salud Pública

DOCUMENTOS TÉCNICOS

PROYECTOS MULTICÉNTRICOS

Actitudes y normas culturales frente a la Violencia en ciudades seleccionadas de América Latina y España (Proyecto ACTIVA)

1. Protocolo del Estudio Multicéntrico: Actitudes y normas culturales frente a la Violencia en ciudades seleccionadas de América Latina y España. Proyecto ACTIVA
2. Cuestionario y manuales del Estudio Multicéntrico: Actitudes y normas culturales frente a la Violencia en ciudades seleccionadas de América Latina y España. Proyecto ACTIVA
3. ¿Quién es violento? Factores asociados con comportamientos agresivos en ciudades seleccionadas de América Latina y España. Proyecto ACTIVA
4. La victimización por violencia urbana: niveles y factores asociados en ciudades seleccionadas de América Latina y España. Proyecto ACTIVA
5. Base de datos y documentación del Estudio Multicéntrico: Actitudes y normas culturales frente a la Violencia en ciudades seleccionadas de América Latina y España. Proyecto ACTIVA

Salud, Bienestar y Envejecimiento en América Latina y el Caribe (Proyecto SABE)

6. Protocolo del Estudio Multicéntrico: Salud, Bienestar y Envejecimiento en América Latina y el Caribe. Proyecto SABE
7. MINIMENTAL STATE EXAMINATIONS (MMSE) del estudio de demencia en Chile: Análisis estadístico
8. Cuestionario del Estudio Multicéntrico: Salud, Bienestar y Envejecimiento en América Latina y el Caribe. Proyecto SABE

Comparative Gender Analysis of Dietary and Exercise Behavior in the Caribbean: A Framework for Action

21. Protocol of the Multicenter Study  
Comparative Gender Analysis of Dietary and Exercise Behavior in the Caribbean:  
A Framework for Action

---

Inequidades en estado de salud, acceso y gasto en atención de salud:  
Utilizando datos secundarios para apoyar la toma de decisiones

22. Protocolo del Estudio Multicéntrico

Inequidades en estado de salud, acceso y gasto en atención de salud:  
Utilizando datos secundarios para apoyar la toma de decisiones

## EQUIDAD Y SALUD EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE (PROYECTO ELAC)

9. Material Living Conditions and Health in the United States, Canada and Western Europe:  
Review of Recent Literature and Bibliography

19. Desigualdades de salud en función de las condiciones de vida:

Análisis de la producción científica en América Latina y el Caribe

31. Equidad y Salud en Centroamérica: Protocolo de un estudio comparativo  
entre países del Istmo utilizando fuentes secundarias

32. Bibliografía anotada sobre equidad y salud en Centroamérica

## CONCURSOS REGIONALES

### Gestión de los Recursos Humanos

10. Implantación de Programas de Calidad Total en servicios de atención primaria  
a la salud: Avances y dificultades

11. Recursos Humanos e Trabalho Coletivo em Saúde: A equipe multiprofissional

12. Remuneração e produtividade na fundação hospitalar de Minas Gerais:  
A percepção dos trabalhadores e gerentes

### Reformas del Sector Salud

13. Oferta y acceso a los servicios de salud en Costa Rica: Estudio basado en un  
sistema de información geográfica (GIS)

14. La descentralización de la Salud: El caso de tres municipios colombianos

15. El Programa Salud Básica Para Todos y los Comités Locales de Administración de  
Salud: Dos Modelos de Reforma para la Red Periférica. Perú 1994-1996

16. La transferencia de la prestación de Servicios de Salud a los Pobres  
del sector público al sector privado: Una evaluación preliminar del  
nivel de adecuación a la situación sanitaria y satisfacción de los usuarios

17. A reforma sanitária brasileira: Em busca da equidade

### Inversión en Salud y Crecimiento Económico

18. Salud, crecimiento y distribución en Latinoamérica y el Caribe:  
Un estudio de determinantes y comportamiento regional y local

### Reforma sanitaria en perspectiva histórica en América Latina y el Caribe

30. Revolución social y reforma sanitaria: Cuba en la década de los 60

---

## TEMAS PRIORITARIOS DE SALUD PÚBLICA

20. El hospital público y la representación social del VIH/SIDA
25. Sexual Intimacy among Young Teenagers in Pelotas, Brazil: Achieving Maturity in a Complex World
27. Autonomización hospitalaria y desplazamientos de la demanda de atención: Lima, 1988–1997

## SUBVENCIONES PARA TESIS DE POSTGRADO EN SALUD PÚBLICA

23. Desigualdade na utilização de serviços hospitalares na cidade do Rio de Janeiro, Brasil
24. Análise ecológica da distribuição e contexto socioespacial dos homicídios: Porto Alegre, Brasil, 1996
26. Exposición a plomo ambiental en población infantil de la ciudad de Antofagasta aledaña a acopios de concentrado de este mineral
28. Breastfeeding and Milk Insufficiency in Esmeraldas City, Ecuador: A Biocultural Perspective
29. Indicadores de salud ambiental y desarrollo de acciones preventivas contra la *ascariasis* en comunidades rurales de Caparaó y Alto Caparaó, Minas Gerais, Brasil

---

Para obtener información u ordenar copias de los documentos,  
favor comunicarse a la la siguiente dirección:

Coordinación de Investigaciones / Programa de Subvenciones  
División de Salud y Desarrollo Humano  
Organización Panamericana de la Salud  
525 23<sup>rd</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20037-2895, EUA  
Teléfono: (202) 974-3117  
Facsimile: (202) 974-3680  
Correo electrónico: [RGP@paho.org](mailto:RGP@paho.org)