

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya Perú

Astrid Cornejo Y. B.Sc. y Perry Gottesfeld, M.P.H.

**Asociación Civil Labor
Jirón Daniel A Carrión 336
Magdalena del Mar, Lima Perú
Tel: 511-261-6515
Fax:511-261-9827
Web: www.labor.org.pe**

**Occupational Knowledge International
220 Montgomery Street, Suit 1027
San Francisco, California 94104 USA
Tel: 415-362-9898
Fax:415-362-9410
Web: www.okinternational.org**

**CooperAcción, Acción Solidaria para el Desarrollo
Jirón Berlín 1353
Miraflores, Lima Perú
Tel: 511-444-0316
Fax:511-445-0908
Web: www.cooperaccion.org.pe**

Octubre, 2004

Occupational Knowledge International es una organización sin fines de lucro con base en la ciudad de San Francisco, California, dedicada a mejorar la salud pública a través de estrategias innovadoras para reducir las exposiciones a contaminantes industriales. La organización busca responder a las inequidad de los estándares entre los diferentes países, trabajando conjuntamente con las industrias, los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales (ONGs). Visite www.okinternational.org

Asociación Civil Labor es una organización no gubernamental, fundada en 1981 en la ciudad de Ilo, al sur del Perú. Actualmente, una de las actividades de Labor es el fortalecimiento de la legislación nacional de calidad de aire y en el establecimiento de una política nacional en salud ambiental . Visite www.labor.org.pe

CooperAcción es una organización peruana no gubernamental que tiene sus oficinas en Lima. CooperAcción trabaja para garantizar que la extracción de los recursos naturales contribuyan al desarrollo sostenible a nivel local y nacional, con una atención particular en las áreas de minería y pesquería. Visite www.cooperaccion.org.pe

Autores

Astrid Cornejo Y. Especialista Ambiental de Asociación Civil Labor.
Perry Gottesfeld. Director Ejecutivo de Occupational Knowledge International.

Agradecimientos

Este proyecto fue elaborado con el generoso financiamiento y apoyo de Occupational Knowledge International, Canadian International Development Agency y el Instituto Blacksmith. El laboratorio Schneider contribuyó al análisis de las muestras en sus dependencias de Richmond, Virginia. Los autores desean agradecer a Kathryn Dowling, Rosa Güere, Carlos Cabrera Toledo y Karyn Keenan por su valuable aporte a la realización de este trabajo.

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo

1. Introduccción

1.1 Antecedentes de Salud y Estudios Ambientales en La Oroya

1.2 Riesgos de Salud asociados a la exposición del Plomo

2. Objetivos

3. Distribución Geográfica

3.1 Provincia de Yauli

3.2 Distrito de La Oroya

3.2.1 Clima

3.2.2 Población

4. Métodos

4.1 Criterio de Selección de la muestra

4.2 Materiales

4.3 Colección de Muestras

4.4 Análisis de Laboratorio

4.4.1 Método de Análisis Laboratorio Americano

4.4.2 Método de Análisis Laboratorio Peruano

5. Resultados

5.1 Resultados (Laboratorio Peruano)

5.2 Resultados (Laboratorio Americano)

6. Conclusiones

7. Recomendaciones

Tablas:

Tabla 1 Síntomas asociados con niveles de plomo en sangre Niños y Adultos.

Tabla 2 Cuadro resumen del total de muestras (Laboratorio Peruano)

Tabla 3 Promedio, rango y desviación estándar de los resultados (Laboratorio Peruano)

Tabla 4 Cuadro resumen del total de muestras (Laboratorio Americano)

Tabla 5 Promedio, rango y desviación estándar de los resultados (Laboratorio Americano)

Tabla 6 Cuadro resumen de las muestras colectadas en el colegio (Laboratorio Americano)

Tabla 7 Cuadro resumen de las muestras colectadas en el colegio (Laboratorio Peruano)

Tabla 8 Muestra en casa (Laboratorio Americano)

Tabla 9 Muestra en casa (Laboratorio Peruano)

Figures:

Figura 1: Distribución de los Resultados de los Niveles de Plomo en Polvo en La Oroya Antigua

Figura 2: Distribución de los Resultados de los Niveles de Plomo en Polvo en La Oroya Nueva

Mapas:

Mapa 1: Ubicación Geográfica La Oroya - Perú

Mapa 2: Mapa de La Oroya

Mapa 3: Ubicación de los puntos de muestreo en La Oroya Antigua

Mapa 4: Ubicación de los puntos de muestreo en La Oroya Nueva

Mapa 5: Ubicación del punto de muestreo en Curipata

Apéndice: Procedimientos para la toma de muestra

Resumen Ejecutivo

Por más de 80 años, la fundición a estado operando en La Oroya, Perú, produciendo cobre, plomo, cadmio, plata y oro. Ya desde los años 60, se han venido incrementado las preocupaciones concernientes a la salud de la población de La Oroya, debido a los efectos que generan las operaciones metalúrgicas. Aunque algunos estudios se han llevado a cabo para evaluar la contaminación ambiental y las consecuencias derivadas a la exposición de emisiones de metales pesados, aún no existen esfuerzos para realizar estudios que indiquen el nivel de contaminación por metales pesados al interior de las casas que se encuentren en el área colindante de la fundición.

Nuestra investigación fue elaborada con esta finalidad, mostrar los niveles de plomo dentro de las casas en La Oroya y comparar los resultados obtenidos con estándares internacionales. El diseño del estudio también intenta mostrar la diferencia entre los resultados obtenidos en La Oroya Antigua y La Oroya Nueva, ello debido a su distancia con la fundición. Del mismo modo, comparar los resultados con dos muestras que fueron tomadas en Curipata, zona ubicada en las afueras de la ciudad.

A continuación se resumen los resultados de los análisis:

- Un total de 80 muestras fueron recolectadas entre 35 casas, una escuela y tres tiendas de abarrotes, analizadas con la finalidad de conocer su nivel de plomo. De las 50 muestras tomadas en pisos interiores en La Oroya, 25 fueron analizadas por un laboratorio peruano y las restantes - 25 - por un laboratorio americano.
- De todas las muestras recolectadas en pisos interiores, un total de 88% exceden la norma máxima permitida por la Environmental Protection Agency (EPA) y el U.S Department of Housing and Urban Development (HUD). El 100% de las muestras analizadas en La Oroya Antigua excedieron los límites máximos permitidos. Asimismo el 71% de las muestras analizadas en La Oroya Nueva también excedieron los límites.
- Tres de las muestras recolectadas en la escuela excedieron el estándar de EPA/HUD.
- El nivel más alto encontrado en el análisis, pertenece a una muestra tomada en una cocina, cuyo resultado superó en 25 veces los estándares de EPA/HUD ($40 \mu\text{g}/\text{ft}^2$).
- A pesar de la diferencia que existe entre los métodos analíticos utilizados por los laboratorios americanos y peruanos, los resultados de estos fueron consistentes.

1.-Introducción

Perú es un país privilegiado debido a los recursos naturales que presenta. En el mercado Latinoamericano, el Perú es el primer productor de oro, zinc, plomo y estaño¹. Asimismo, es el segundo mayor productor de plata y cobre, además de producir otros importantes productos metálicos y no metálicos los cuales han contribuido a mejorar las exportaciones.

A 175 Km. aproximadamente de la capital de Lima, en el corazón central de Los Andes en Perú, a unos 3.700 m.s.n.m. una ciudad emergió abruptamente sin ninguna planificación urbana junto al complejo metalúrgico “La Oroya”.

La Oroya es una ciudad densamente poblada en donde las casas, escuelas y negocios se conectan entre si. Tiene aproximadamente 30,234 habitantes. La ciudad tiene un alto índice de pobreza y depende económicamente del Complejo Metalúrgico, ya sea de manera directa o indirecta.

La Oroya se encuentra expuesta a inversiones térmicas, debido a su topografía, lo cual origina que en ocasiones la contaminación atmosférica, cualquiera sea su fuente, cubra la ciudad y se mantenga por largos periodos de tiempo, en vez de dispersarse rápidamente entre las montañas. Si a este fenómeno le incluimos los desechos industriales provocados por la producción y el transporte de metales derivados de las operaciones metalúrgicas, se puede concluir que estamos en presencia de un significativo nivel de contaminación.

En 1922, la empresa estadounidense Cerro de Pasco Cooper Corporation, construyó el complejo metalúrgico para la producción de cobre, y con posterioridad se construyeron el de plomo, que opera desde 1928, y el de zinc que entró en funcionamiento el año 1952. Cabe señalar que la refinería también procesa cadmio, plata y oro.

El complejo se encuentra dividido en dos locaciones(sectores). La fundición ubicada en La Oroya Antigua; y la refinería ubicada en La Oroya Nueva.

En 1997, Doe Run Perú, subsidiaria de la compañía Americana Doe Run, adquirió este complejo y asumió la obligación de cumplir con todos los compromisos y exigencias del Programa de Adecuación de Medio Ambiente (PAMA), desarrollado en su momento por CENTROMIN.

Sin embargo, en diciembre de 1998, Doe Run Perú solicitó un pedido de modificación del Programa de Adecuación de Medio Ambiente (PAMA) elaborado por CENTROMIN Perú. Después de esta consideración, el gobierno peruano aceptó la modificación del PAMA, permitiendo que la compañía retrazase las medidas de control ambiental hasta el año 2006. Se han realizado otras modificaciones al PAMA por petición de la compañía.

¹ Agencia de Promoción de la Inversión Privada ProInversión Junio 2004 Razones para invertir en Perú.
http://www.proinversion.gob.pe/pqinvertir/razones/cont_4.htm

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

En julio del 2004, Doe Run Perú a solicitado nuevamente un retraso a la implementación del existente acuerdo y el Gobierno Peruano en estos momentos, esta formulado una respuesta a esta petición.

1.1- Antecedentes de Salud y Estudios Ambientales en La Oroya

Ya desde los años 1967, se han venido ejecutando estudios sobre los impactos en la salud de la población de La Oroya debido a las actividades del Complejo Metalúrgico. A pesar de que se han tomado algunas acciones para disminuir las emisiones atmosféricas, estos estudios han demostrado que los niveles de plomo -en sangre de los niños en La Oroya- superan los niveles recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la U.S. Centro de Control de Enfermedades (CDC).

Muchos de estos estudios incluyen entre ellos al “Estudio de Niveles de Plomo en Sangre de la Población de La Oroya” elaborado en 1999 por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), perteneciente al Ministerio de Salud², “Estudio de niveles de Plomo en Sangre de la población de La Oroya” llevado a cabo por la empresa Doe Run Perú (DRP) 2000 - 2001³ y “Niveles de Exposición de Plomo en Sangre y Estado de Salud de la Población de Niños de 5 a 9 años de la Ciudad de La Oroya” elaborado por CooperAcción⁴. Estos estudios demuestran que el nivel de exposición al plomo sigue representando un riesgo significativo para la población de La Oroya.

El estudio de DIGESA concluye que existe una situación crítica por intoxicación de plomo en la salud de la población infantil de La Oroya. Los resultados arrojados por este estudio concluyeron que el 18.3% de los niños que fueron analizados debieron ser tratados con urgencia en un hospital para su atención medica y sus viviendas debieron ser materia de seguimiento ambiental según los lineamientos de las guías de la CDC⁵. Los niveles de la CDC sugieren que el contenido máximo de Plomo (Pb) en la sangre debe ser de 10 µg/dl como un nivel aceptable. Sin embargo en este estudio sólo el 0.9% de los niños presentaban niveles de plomo inferiores a 10 µg/dl.

La Oroya Antigua, sector muy cercano a la fundición, presentó altos niveles de plomo. Así mismo, bajos pero substancialmente importantes son los índices encontrados en los distritos de la Oroya Nueva y Santa Rosa de Sacco.

² “Estudio de Plomo en Sangre en una Población Seleccionada de La Oroya” 1999 - DIGESA - Perú.

³ “Estudio de Niveles de Plomo en la Sangre de la Población de La Oroya” 2000 – 2001 – DRP.

⁴ “Niveles de Exposición de Plomo en Sangre y Estado de Salud de la Población de Niños de 5 a 9 años de la Ciudad de La Oroya” Mayo, 2003 – CooperAcción.

⁵ La Oroya No Espera: Análisis de la contaminación ambiental por el complejo metalúrgico y sus impactos en la salud. Anna K. Cederstav – Alberto Barandiaran - 2002.

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

DRP a tomado considerables muestras de plomo y otros contaminantes en el aire en La Oroya. Los resultados obtenidos por estos monitoreos muestran consistentemente altos niveles de plomo y otros metales pesados en el área. Otras pruebas medio ambientales se han elaborado con el propósito de medir los niveles de plomo y otros metales pesados en el residuo de polvo que se encuentra en el suelo. Sin embargo, no existen estudios sobre los niveles de plomo al interior de los hogares y escuelas de La Oroya.

1.2 – Riesgos de Salud asociados a la exposición del Plomo

El organismo de cada individuo expuesto al plomo responde de diferente manera. Por lo general, los efectos del plomo en la salud de los niños tienden a ser mucho más severos, produciendo déficit neurológico aun en un bajo nivel de exposición. En la tabla 1, a continuación se puede observar los efectos según los valores de plomo en sangre de niños y de adultos.

Tabla 1
Síntomas asociados con los niveles de Plomo en sangre Niños y Adultos

Efecto en niños	Niveles de Plomo en sangre (µg/dl)	Efecto en adultos
	150	
Muerte		
	100	Encefalopatía
Encefalopatía		
Nefropatía		Anemia
Anemia		
Dolor Abdominal		
	50	Disminución en síntesis de hemoglobina
Disminución en síntesis de hemoglobina	40	Infertilidad (hombre) - Nefropatía
Disminución en el metabolismo vitamina D	30	Disminución capacidad auditiva
Disminución velocidad conducción nerviosa	20	
Protoporfirina eritrocitaria		
Disminución coeficiente intelectual (CI)	10	Hipertensión
Disminución capacidad auditiva		Abortos espontáneos
Disminución estatura		

Referencia: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Case Studies in Environmental medicine, No. 1 (ATSDR, 1990).

Por razones fisiológicas y de comportamiento, la exposición al plomo y otros contaminantes en los niños es más severa que en los adultos, ubicándolos en un alto nivel de riesgo. Los niños están más expuestos al plomo del suelo cuando están jugando, y cuando se llevan las manos u objetos a la boca, lo cual representa un gran peligro ya que absorben mayor porcentaje de ingesta de plomo que los adultos.

Con una moderada exposición al plomo, el niño puede sufrir de anemia, dolor estomacal y debilidad muscular. La absorción, aún de pequeñas cantidades de plomo, puede afectar la sangre, el sistema nervioso, el desarrollo mental y físico del niño. Los efectos del plomo en fetos en proceso de desarrollo son variables como: el causar nacimientos prematuros, nacimiento de niños con menor tamaño y dificultades de aprendizaje.

2.- Objetivos

Este estudio fue diseñado para determinar el nivel de contaminación por Plomo (Pb) en los interiores de las casas de La Oroya, midiendo los niveles de plomo en el polvo de casas y escuelas.

Los objetivos fueron:

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

- determinar los niveles de plomo en polvo en interiores de casas de la Ciudad de La Oroya (Oroya Antigua y Oroya Nueva) y
- comparar los resultados obtenidos con estándares internacionales. (e.g. U.S. EPA-Pisos: 40 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$)

3.- Ubicación Geográfica

3.1 - Provincia de Yauli

Yauli se encuentra ubicado al norte del Departamento de Junín. Específicamente limita al Sur con el Departamento de Pasco, al Este con las provincias de Junín y Tarma, al Norte con la Provincia de Jauja y al Oeste con el Departamento de Lima. Su capital es la Ciudad de La Oroya.

Yauli presenta los siguientes distritos: La Oroya, Chacapalpa, Paccha, Morococha, Yauli y Santa Rosa de Sacco entre otros, cubriendo un área de aproximadamente 3,260 km^2 .

3.2 - Distrito La Oroya

La Oroya está localizada en el área central de Los Andes en Perú, a 3,745 m.s.n.m. y aproximadamente a unos 175 Km. de la capital Lima. (Ver Mapa 1)

3.2.1 - Clima

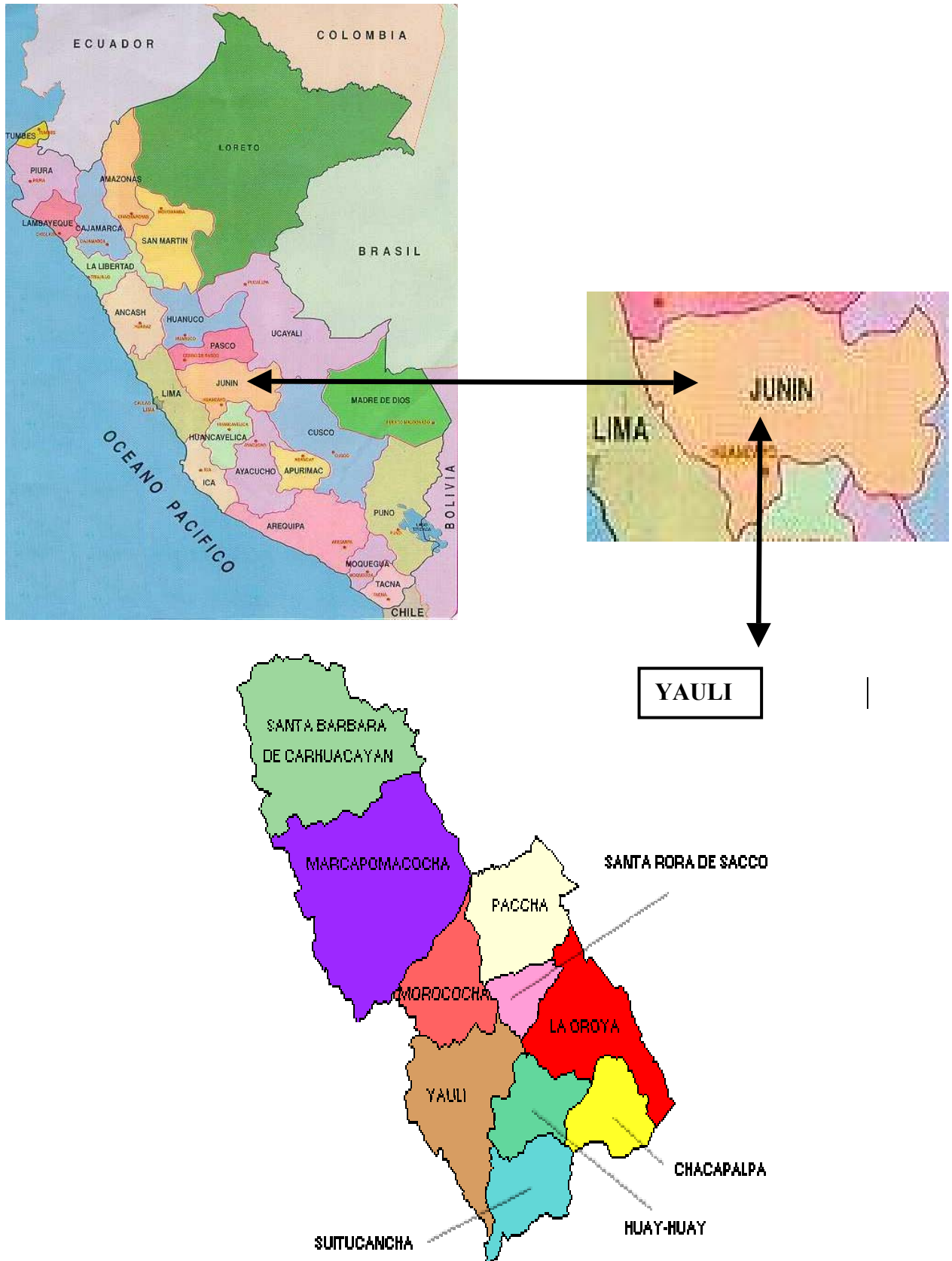
El clima de La Oroya presenta dos estaciones bien marcadas: la temporada de clima seco y la temporadas de lluvias. La temporada de clima seco, se inicia en el mes de Abril y termina en el mes de Septiembre. Se caracteriza por fuertes heladas e intenso frío, tanto en las mañanas como en las noches. La temporada de lluvias, se inicia en el mes de Octubre y concluye en Marzo, presentando fuertes lluvias y nevadas en las partes mas altas.

3.2.2 - Población

En Junio del 2002, la población estimada en La Oroya fue de 30,234 habitantes de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)⁶.

⁶ Proyección del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). Junio, 2002. www.inei.gob.pe

MAPA 1 - LA OROYA PERU



4.- Métodos

4.1 – Criterios de Selección de la Muestra

El siguiente criterio fue usado para seleccionar la ubicación de toma de muestra:

Se dividió a La Oroya en tres sectores, tomando como referencia la distancia con el complejo Metalúrgico. (Ver Mapa 2).

- El primer sector, La Oroya Antigua, muy cercano a la fundición (aproximadamente a 0.6 Km.)⁷.
- El segundo sector, La Oroya Nueva, a ligera distancia con la fundición (aproximadamente a 3 Km.)
- El tercer sector, Curipata, a considerable distancia (a 12 Km.) de la fundición, incluido como control.

Con tres meses de anticipación , miembros de CooperAcción contactaron a los residentes para solicitar nos permitan el ingreso a sus viviendas. El permiso fue obtenido para muestrear 40 casas.

Para minimizar la posibilidad de obtener muestras en áreas contaminadas por plomo proveniente de la gasolina, se realizaron esfuerzos para obtener muestras que se encuentren por lo menos a una cuadra de lugares con alto tráfico de automóviles. En cada sector, solo casas que estuvieron a más de una cuadra de alguna vía principal, fueron las escogidas para este estudio.

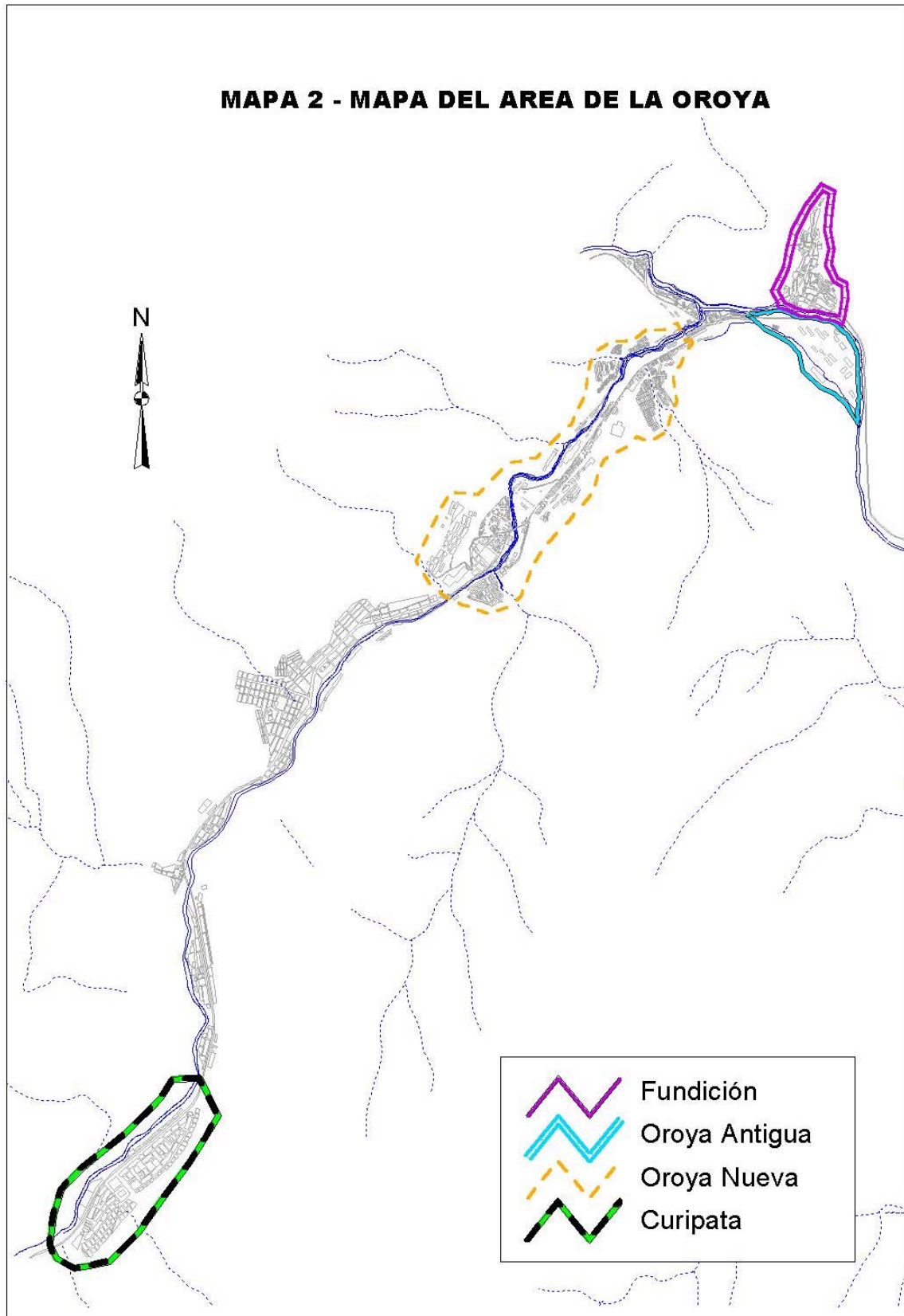
El muestreo fue llevado a cabo por un representante de Asociación Civil Labor y de CooperAcción, los días 18 y 19 de Octubre del 2003, durante la estación del clima seco.

4.2 –Materiales

Los siguientes materiales se utilizaron para el muestreo:

- Wipes o Toallas estérilesTM “ASTM E 17922”.
- Guantes descartables.
- Tubos de centrífuga (50ml).
- Bolsas plásticas 1’ X 1’ estériles.
- Cinta Adhesiva.
- Cinta métrica.
- Formato recojo muestra.
- Marcador indeleble, etiquetas y sobres.

⁷ Se escogió un punto medio referencial de distancia de cada sector con la fundición



4.3 – Colección de Muestras

Se recolectaron un total de 80 muestras, entre 35 casas, tres tiendas y una escuela. También se incluyeron en el análisis dos blancos uno por cada laboratorio.

Se tomaron dos muestras en cada casa. Una de ellas analizada por un laboratorio Peruano (Ecolab) y la otra por un laboratorio Americano (Schneider Laboratories of Richmond, Virginia). No se espera que los resultados de ambos laboratorios sean semejantes, sin embargo la tendencia global debe ser la misma.

En la Tabla 8 se observa la descripción de las muestras analizadas por el laboratorio americano y en la Tabla 9, la descripción de las muestras analizadas por el laboratorio peruano.

Los mapas 3 y 4 muestran la distribución geográfica de las casas que fueron muestreadas en La Oroya Antigua y en La Oroya Nueva. Las muestras fueron recolectadas de manera aleatoria y dispersamente posible por toda el área geográfica. Adicionalmente, se tomaron dos muestras en una casa del distrito de Curipata -zona escogida como control- (aproximadamente a 11.5 Km. de distancia con la fundición) cuyo propósito fue ser comparados con los otros resultados.

El método usado para la toma de muestra fue el estándar “Prueba de Contaminación de Plomo en polvo”.⁸

Las muestras fueron recolectadas en diferentes ambientes de la vivienda como: el dormitorio, la cocina, el comedor y la sala (interiores). También se tomaron muestras en patios (exteriores) de algunas casas, y en ciertos casos, la superficie que se tomó fue en estantes o mesas ubicadas en los diferentes ambientes. La mayoría de muestras se hizo en casas particulares, pero el muestreo incluye adicionalmente muestras en tiendas de abarrotes y en un colegio de La Oroya Antigua (tanto en el aula como en el patio de recreo de los niños). El área que se muestreó fue de un pie cuadrado por un pie cuadrado (30.2 cm x 30.2 cm).

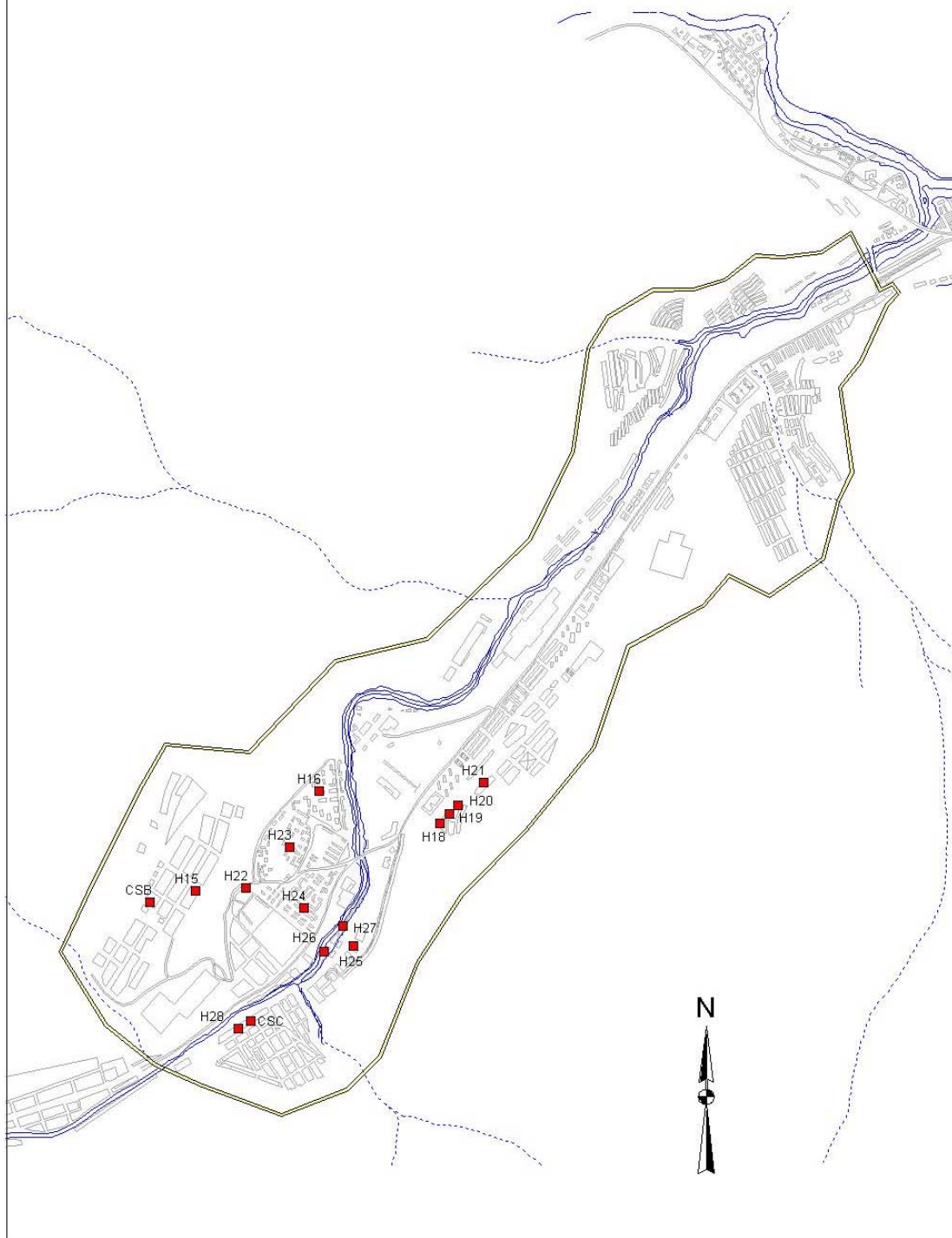
La estándar utilizado para comparar las muestras es el estipulado por U.S. Environmental Protection Agency (EPA) y U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD), ubicado en el cuadro a continuación. Este estándar indica el nivel máximo deseado de plomo depositado en el suelo y el nivel máximo deseado para poder volver a ocupar alguna residencia o dependencia.

⁸ U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Healthy Homes and Lead Hazard Control. February, 2001. *Testing for Lead-Contaminated Dust*. <http://www.hud.gov/offices/lead/index.cfm>.

MAPA 3 - UBICACION DE LAS MUESTRAS DE PLOMO EN POLVO IN LA OROYA ANTIGUA



MAPA 4 - UBICACION DE LAS MUESTRAS DE PLOMO EN PLOVO IN LA OROYA NUEVA



Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

<i>HUD y EPA Estándar de riesgo</i>	<i>HUD y EPA Estándar Limpieza</i>
Pisos: 40 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Pisos: 40 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$

4.4. - Análisis de Laboratorio

Los métodos de análisis que se usaron por cada laboratorio fueron:

4.4.1 - Método de Análisis – Laboratorio americano (USA)

Para el análisis en USA se contó con la ayuda del laboratorio Analítico Schneider acreditado bajo The Environmental Lead Laboratory Accreditation Program, quienes utilizaron el método analítico de Environmental Protection Agency (EPA) 3050B (digestión de la muestra) y para el análisis se usó Espectroscopia - Absorción Atómica (AAS), método de la U.S. EPA 7420.

4.4.2. - Método de Análisis – Laboratorio peruano (PERU)

Para el análisis en Perú se contó con el laboratorio ECOLAB reconocido por el Ministerio de Energía y Minas en el cual se utilizó el método analítico del Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) 7105 (extracción de la muestra) y para el análisis se usó Espectroscopia - Absorción Atómica (AAS).

5.- Resultados

Para poder comparar los resultados con los estándares de US HUD/EPA, hemos limitado nuestra discusión a las muestras recolectadas al interior de las casas, específicamente en el piso. Aún no existen publicaciones sobre estándares para niveles de plomo en muebles u otros objetos. Hay que agregar que HUD/EPA no aplica sus estándares en los pisos exteriores de las casas, sin embargo, es de esperar que la contaminación por plomo de dicha superficie sea de similar impacto para la salud si es que algún niño permanece en el lugar.

5.1 - Resultados (Laboratorio Peruano)

Un número de 40 muestras fueron analizadas por Ecolab. De ellas 25 fueron recolectadas de pisos interiores de las siguientes áreas:

Tabla 2 Cuadro resumen del total de muestras (Laboratorio Peruano)

	OROYA NUEVA	OROYA ANTIGUA	TOTAL
Número total de muestras	10	15	25
Número de muestras que excede el estandar HUD/EPA	7	15	22
Porcentaje	70 %	100 %	88 %

Como se puede observar en el cuadro de las 25 muestras analizadas, 22 (88%) sobrepasan el estándar de la HUD/EPA. Todas las muestras que pertenecen a la Oroya Antigua exceden el nivel aceptable y el 70% de las muestras de la Oroya Nueva exceden el mismo estándar.

La tabla 3 muestra el rango de los valores de las 25 muestras en $\mu\text{g}/\text{ft}^2$:

Tabla 3 Promedio, rango y desviación estándar de los resultados (Laboratorio Peruano)

Sector	Mínimo $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Máximo $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Promedio $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Desviación estandar
Oroya Antigua	87.2	1040.0	356.0	242.4
Oroya Nueva	16.4	386.0	127.0	133.8

5.2 - Resultados (Laboratorio Americano)

El número de muestras tomadas fueron 40, de las cuales 25 muestras fueron recolectadas en pisos interiores de casas en las siguientes áreas:

Tabla 4 Cuadro resumen del total de muestras (Laboratorio Americano)

	OROYA NUEVA	OROYA ANTIGUA	TODO OROYA
Número total de muestras	11	14	25
Número de muestras que excede el estandar HUD/EPA	8	14	22
Porcentaje	72.7 %	100 %	88 %

Consistente con los resultados obtenidos por el laboratorio Peruano, el 88% sobrepasa el estándar. De ellas 14 muestras pertenecen a la Oroya Antigua, todas sobrepasan el estándar de la HUD/EPA. De la misma manera de las 25 muestras, 11 pertenecen a la Oroya Nueva, de las cuales el 73% sobrepasan el estándar.

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

La tabla 5 muestra el rango de los valores de las 25 muestras en $\mu\text{g}/\text{ft}^2$:

Tabla 5 Promedio, rango y desviación estándar de los resultados (Laboratorio Americano)

Sector	Mínimo $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Máximo $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Promedio $\mu\text{g}/\text{ft}^2$	Desviación estándar
Oroya Antigua	119.8	653.7	314.6	180.0
Oroya Nueva	20.2	531.0	148.4	163.0

Al mismo tiempo, dos muestras fueron colectadas en Curipata aproximadamente a 11 Km. de La Oroya (Ver Mapa 5). Los resultados obtenidos son:

- 33.2 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$ Laboratorio U.S
- 31.2 $\mu\text{g}/\text{ft}^2$ Laboratorio peruano

Los resultados obtenidos sugieren que los niveles de plomo en este distrito son generalmente bajos comparados con otras áreas muestreadas.

Finalmente, se recolectaron cuatro muestras en una escuela de La Oroya Antigua, dos de ellas fue colectada de un aula y la otras dos en el patio exterior. Los resultados obtenidos son:

Tabla 6 Cuadro resumen de las muestras colectadas en la Escuela (Laboratorio Americano)

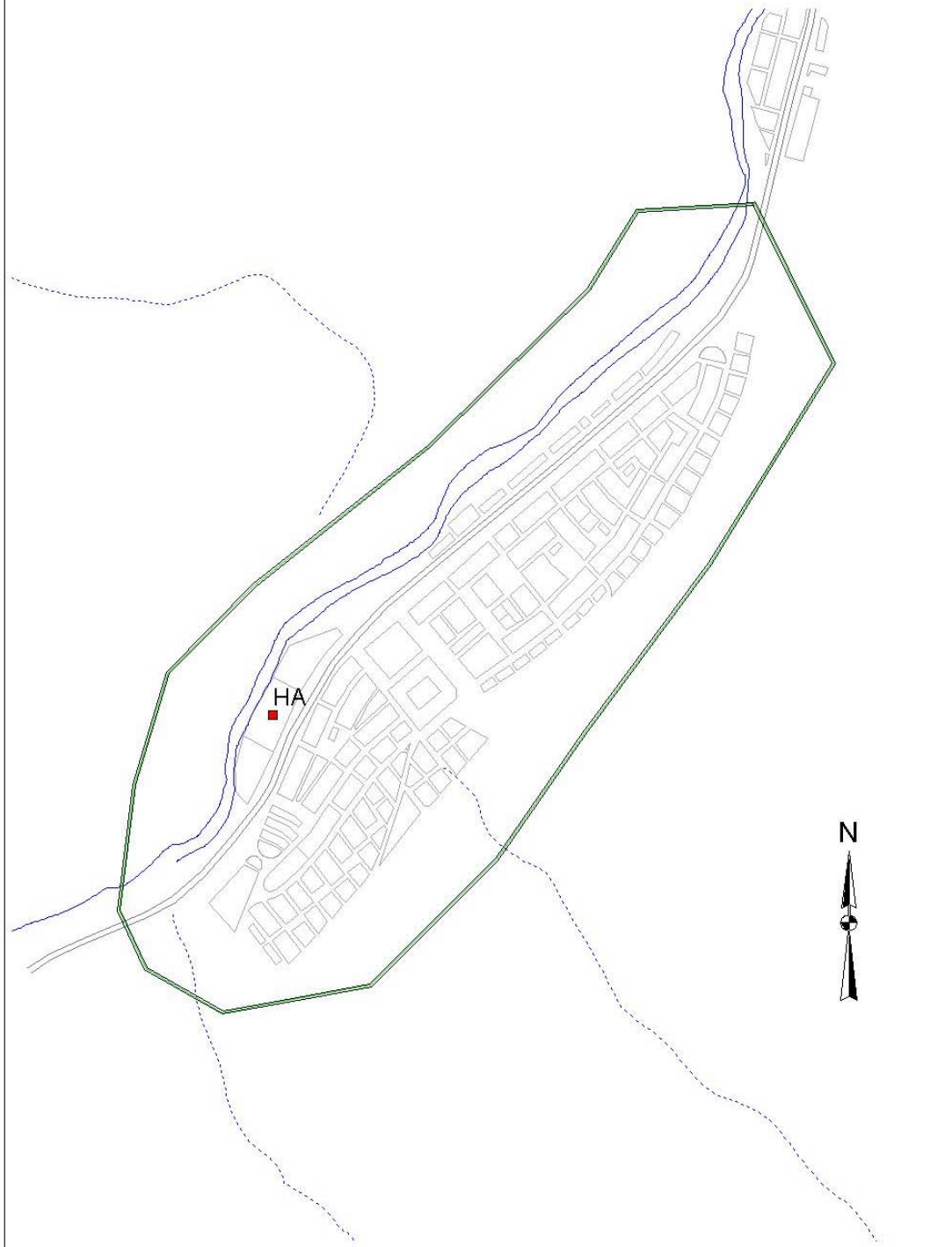
Código de la muestra	Local	Espacio	Superficie muestreada	Resultado $\mu\text{g}/\text{ft}^2$
101803-6-a	Colegio	Patio (exterior)	Piso	1321.8
101803-6-c	Colegio	Aula	Mesa	40.4

Tabla 7 Cuadro resumen de las muestras colectadas en la Escuela (Laboratorio Peruano)

Código de la muestra	Local	Espacio	Superficie muestreada	Resultado $\mu\text{g}/\text{ft}^2$
(*)101803-6-b	Colegio	Aula	Piso	451.0
101803-6-d	Colegio	Patio (exterior)	Piso	1930.0

(*) solo esta muestra fue incluida en el análisis

MAPA5 - UBICACION DE LAS MUESTRAS DE PLOMO EN POLVO IN CURIPATA



6. - Conclusiones

Este estudio fue llevado a cabo para medir la magnitud representativa de la contaminación por plomo dentro de las casas (interior) en la ciudad de La Oroya. Estudios previos han demostrado el vínculo entre los niveles de plomo en el polvo en ambientes hogareños y los niveles de plomo en la sangre de los niños. El plomo encontrado en el polvo de las casas es considerada la mayor causa de envenenamiento, para aquellos niños pequeños que habitualmente juegan muy cerca del suelo y que además sus manos están en constante contacto con la boca. Exposiciones de otras fuentes, incluido el plomo en suspensión, en el suelo, agua y alimentos contaminados contribuyen también al ingreso del plomo en los niños de La Oroya.

Es de conocimiento -por estudios realizados en Estados Unidos- que los niveles de plomo al interior de las casas varían de muestra en muestra. Ello debido a que la acumulación de polvo no es de forma homogénea y pareja en el interior de las casas. Además, cabe señalar que la cantidad de polvo recolectado para los análisis variará dependiendo de la porosidad de las toallas estériles y de la superficie de donde se toma la muestra. Como resultado, esperábamos que existiese una larga variabilidad en los niveles de plomo en este estudio. Los resultados resumidos en las Tablas 3 y 5 demuestran que existe una amplia brecha de dispersión de los niveles de plomo en el suelo al interior de las casas de La Oroya.

Los altos porcentajes obtenidos por sobre los límites permitidos, revelan un significativo y por no decirlo de otra manera, alarmante, potencial de exposición para los niños que habitan en este tipo de ambientes contaminados con plomo.

El resultado del estudio se puede resumir de la siguiente manera:

- El 88% de los resultados de muestras interiores de pisos de casas en toda la Oroya sobrepasan el estándar HUD/EPA. El 100% de los pisos interiores de las casas muestreadas en La Oroya Antigua sobrepasan el estándar.
- El 70% de las muestras interiores de pisos de las casas tomadas en La Oroya Nueva sobrepasan el estándar HUD/EPA.
- El valor promedio de los resultados obtenidos en La Oroya Antigua sobrepasa hasta en 7 veces el estándar HUD/EPA.
- El valor promedio de los resultados obtenidos en La Oroya Nueva sobrepasa aproximadamente en 3 veces el estándar HUD/EPA.
- Aunque no es posible hacer una comparación directa entre los resultados obtenidos por ambos laboratorios, se puede concluir que existe una consistencia entre los resultados mostrados, evidenciando alta concentración de plomo.

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

- Este estudio confirma que los niveles de plomo en diferentes partes de la ciudad de La Oroya exceden los niveles aceptables y que muchos niños se encuentran expuestos a significativas cantidades de plomo dentro de sus viviendas.

9. - Recomendaciones

- DRP y el gobierno peruano debieran implementar diferentes programas de limpieza del hogar, higiene y educación de la población en La Oroya.
- DRP debe tomar las medidas pertinentes en cuanto al tratamiento de gases instalando tecnología de punta para reducir el nivel de emisiones que presenta su fundición.
- El gobierno peruano debe implementar un plan urgente de salud pública en La Oroya el cual incluya medidas de prevención que alienten a la comunidad a participar en el proceso.
- Implementar un programa de limpieza en las escuelas y nidos con el objetivo de remover y evitar la contaminación de plomo.
- Es necesario promover el dialogo entre los actores involucrados como DRP, la población, gobiernos locales, ONGs, autoridades y ministerios.

Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

Tabla 8
MUESTRA EN CASA - LA OROYA - LABORATORIO AMERICANO

Código muestra	Sector	Local	Habitación	Ubicación	Superficie	Área	Resultado ug/ft ²
101803-1-a	Oroya Antigua	Casa 1	Cocina	Estante	Madera	1' x 1'	1617.6
101803-2-a	Oroya Antigua	Casa 2	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	231.6
101803-3-a	Oroya Antigua	Casa 3	Cocina	Piso	Concreto	1' x 1'	653.7
101803-4-a	Oroya Antigua	Casa 4	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	361.5
101803-5-a	Oroya Antigua	Casa 5	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	570.7
101803-6-a	Oroya Antigua	Colegio 1	Patio-exterior	Piso	Concreto	1' x 1'	1321.8
101803-6-c	Oroya Antigua	Colegio 1	Aula	Piso	Concreto	1' x 1'	40.4
101803-7-a	Oroya Antigua	Casa 6	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	282.1
101803-8-a	Oroya Antigua	Casa 7	Comedor	Piso	Madera	1' x 1'	206.3
101803-9-a	Oroya Antigua	Casa 8	Comedor	Piso	Cemento	1' x 1'	372.3
101803-10-a	Oroya Antigua	Casa 9	Comedor	Mesa	Acrílico	1' x 1'	65.6
101803-11-a	Oroya Antigua	Casa 10	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	134.2
101803-12 a	Oroya Antigua	Casa 11	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	188.3
101803-13-a	Oroya Antigua	Casa 12	Todo*	Estante	Plástico	1' x 1'	159.4
101803-14-a	Oroya Antigua	Casa 13	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	285.7
101803-15-a	Oroya Antigua	Casa 14	Cocina	Piso	Madera	1' x 1'	119.8
101803-16-a	Oroya Antigua	Tienda abarrotes A	N/A	Piso	Madera	1' x 1'	473.3
101803-17-a	Oroya Nueva	Casa 15	Sala	Piso	Cemento	1' x 1'	325.4
101803-18-a	Oroya Nueva	Tienda abarrotes B	N/A	Piso	Cemento	1' x 1'	83.7
101803-19-a	Oroya Nueva	Casa 16	Sala	Piso	Acrílico	1' x 1'	22.3
101903-1-a	Curipata	Casa A	Patio-interior	Piso	Cemento	1' x 1'	33.2
101903-2-a	Oroya Nueva	Casa 17	Patio-interior	Piso	Madera	1' x 1'	531.0
101903-3-a	Oroya Nueva	Casa 18	Todo*	Piso	Cemento	1' x 1'	40.4
101903-4-a	Oroya Nueva	Casa 19	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	20.2
101903-5-a	Oroya Nueva	Casa 20	Habitación	Estante	Madera	1' x 1'	372.3
101903-6-a	Oroya Nueva	Casa 21	Sala	Piso	Concreto	1' x 1'	62.0
101903-7-a	Oroya Nueva	Casa 22	Todo*	Piso	Madera	1' x 1'	72.9
101903-8-a	Oroya Nueva	Casa 23	Sala	Piso	Acrílico	1' x 1'	22.3
101903-9-a	Oroya Nueva	Casa 24	Todo*	Estante	Plástico	1' x 1'	36.8
101903-10-a	Oroya Nueva	Casa 25	Sala	Estante	Plástico	1' x 1'	256.8
101903-11-a	Oroya Nueva	Casa 26	Todo*	Piso	Concreto	1' x 1'	101.7
101903-12-a	Oroya Nueva	Casa 27	Todo*	Piso	Madera	1' x 1'	177.5
101903-13-a	Oroya Nueva	Casa 28	Patio-interior	Piso	Concreto	1' x 1'	256.8
101903-14-a	Oroya Nueva	Tienda abarrotes C	N/A	Estante	Vidrio	1' x 1'	852.1
101903-15-a	Oroya Antigua	Casa 29	Todo*	Estante	Plástico	1' x 1'	852.1
101903-16-a	Oroya Antigua	Casa 30	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	614.0
101903-17-a	Oroya Antigua	Casa 31	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	256.8
101903-18-a	Oroya Antigua	Casa 32	Todo*	Estante	Madera	1' x 1'	426.4
101903-19-a	Oroya Antigua	Casa 33	Todo*	Estante	Madera	1' x 1'	538.2
101903-20-a	Oroya Antigua	Casa 34	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	127.0
110403-1-a	N/A	N/A	N/A	Blanco	N/A	N/A	< 2.0

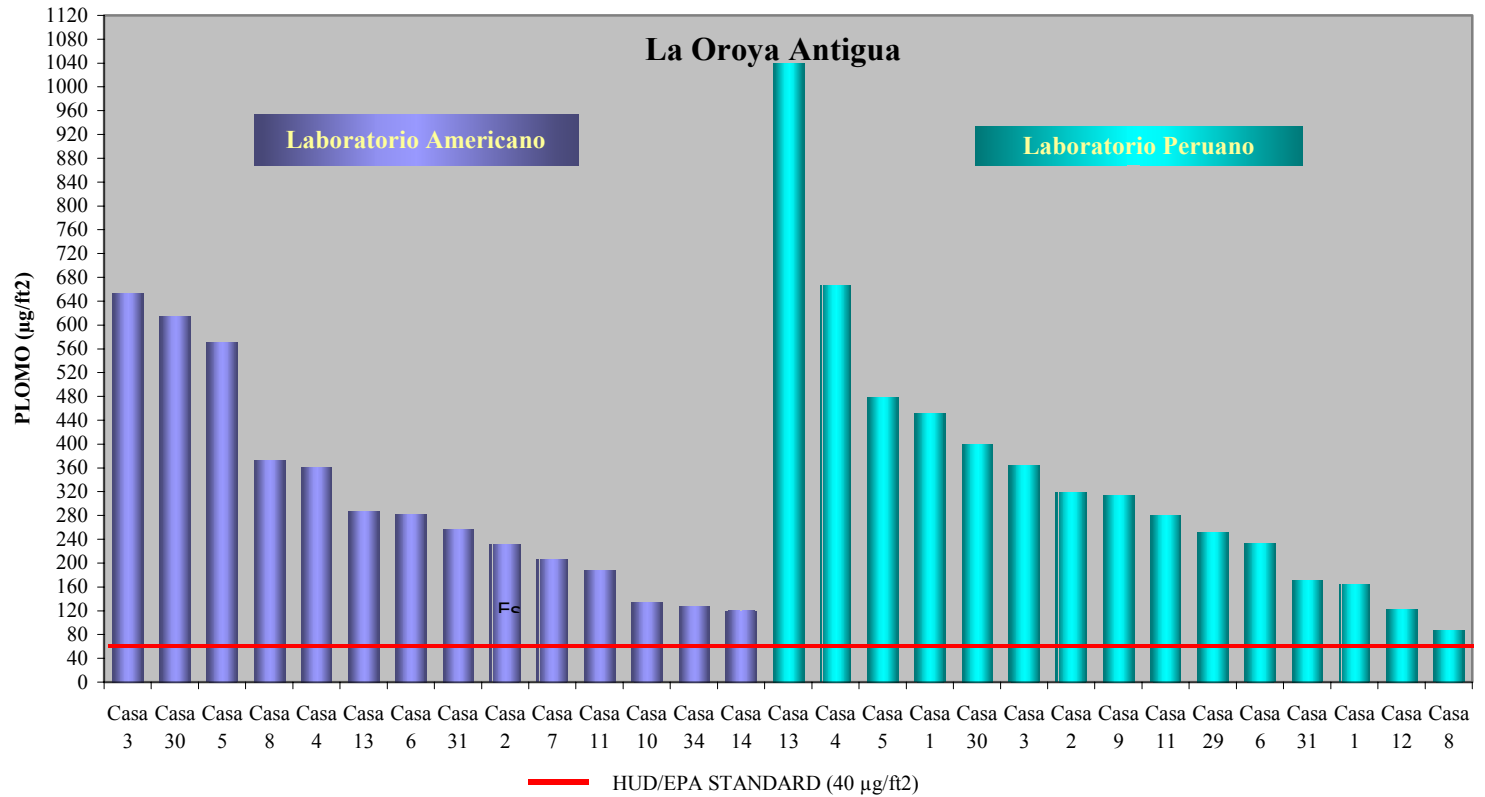
Niveles de Plomo en Interiores La Oroya, Perú

Tabla 9
MUESTRA EN CASA - LA OROYA – LABORATORIO PERUANO

Código muestra	Sector	Local	Habitación	Ubicación	Superficie	Área	Resultado ug/ft ²
101803-1-b	Oroya Antigua	Casa 1	Sala	Piso	Cemento	1' x 1'	164.0
101803-2-b	Oroya Antigua	Casa 2	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	318.0
101803-3-b	Oroya Antigua	Casa 3	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	364.0
101803-4-b	Oroya Antigua	Casa 4	Cocina	Piso	Madera	1' x 1'	666.0
101803-5-b	Oroya Antigua	Casa 5	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	479.0
101803-6-b	Oroya Antigua	Colegio 1	Aula	Piso	Acrílico	1' x 1'	451.0
101803-6-d	Oroya Antigua	Colegio 1	Patio-externo	Piso	Concreto	1' x 1'	1930.0
101803-7-b	Oroya Antigua	Casa 6	Cocina	Piso	Madera	1' x 1'	233.0
101803-8-b	Oroya Antigua	Casa 7	Aula	Mesa	Madera	1' x 1'	160.0
101803-9-b	Oroya Antigua	Casa 8	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	87.2
101803-10-b	Oroya Antigua	Casa 9	Habitación	Piso	Cemento	1' x 1'	314
101803-11-b	Oroya Antigua	Casa 10	Patio-externo	Piso	Cemento	1' x 1'	8120.0
101803-12-b	Oroya Antigua	Casa 11	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	280.0
101803-13-b	Oroya Antigua	Casa 12	Todo*	Piso	Madera	1' x 1'	123.0
101803-14-b	Oroya Antigua	Casa 13	Cocina	Piso	Concreto	1' x 1'	1040.0
101803-15-b	Oroya Antigua	Casa 14	Sala	Estante	Madera	1' x 1'	51.3
101803-16-b	Oroya Antigua	Tienda abarrotes A	N/A	Estante	Metal	1' x 1'	1150.0
101803-17-b	Oroya Nueva	Casa 15	Sala	Piso	Cemento	1' x 1'	316.0
101803-18-b	Oroya Nueva	Tienda abarrotes B	N/A	Piso	Cemento	1' x 1'	106.0
101803-19-b	Oroya Nueva	Casa 16	Sala	Piso	Acrílico	1' x 1'	26.8
101903-1-b	Curipata	Casa A	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	31.2
101903-2-b	Oroya Nueva	Casa 17	Sala	Piso	Cemento	1' x 1'	100.0
101903-3-b	Oroya Nueva	Casa 18	Todo*	Piso	Madera	1' x 1'	38.8
101903-4-b	Oroya Nueva	Casa 19	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	16.4
101903-5-b	Oroya Nueva	Casa 20	Sala	Piso	Madera	1' x 1'	386.0
101903-6-b	Oroya Nueva	Casa 21	Sala	Piso	Concreto	1' x 1'	68.8
101903-7-b	Oroya Nueva	Casa 22	Todo*	Estante	Acrílico	1' x 1'	15.2
101903-8-b	Oroya Nueva	Casa 23	Habitación	Piso	Concreto	1' x 1'	44.2
101903-9-b	Oroya Nueva	Casa 24	Todo*	Estante	Plástico	1' x 1'	103.0
101903-10-b	Oroya Nueva	Casa 25	Sala	Estante	Plástico	1' x 1'	134.0
101903-11-b	Oroya Nueva	Casa 26	Todo*	Piso	Concreto	1' x 1'	229.0
101903-12-b	Oroya Nueva	Casa 27	Todo*	Estante	Madera	1' x 1'	94.0
101903-13-b	Oroya Nueva	Casa 28	Habitación	Piso	Concreto	1' x 1'	44.1
101903-14-b	Oroya Nueva	Tienda abarrotes C	N/A	Estante	Metal	1' x 1'	83.0
101903-15-b	Oroya Antigua	Casa 29	Todo*	Piso	Acrílico	1' x 1'	251.0
101903-16-b	Oroya Antigua	Casa 30	Habitación	Piso	Madera	1' x 1'	400.0
101903-17-b	Oroya Antigua	Casa 31	Cocina	Piso	Madera	1' x 1'	171.0
101903-18-b	Oroya Antigua	Casa 32	Todo*	Estante	Madera	1' x 1'	551.0
101903-19-b	Oroya Antigua	Casa 33	Todo*	Estante	Madera	1' x 1'	531.0
101903-20-b	Oroya Antigua	Casa 34	Habitación	Estante	Madera	1' x 1'	159.0
110403-1-b	N/A	N/A	Blanco	N/A	N/A	N/A	< 2.0

*"Todo" se refiere a una casa que presenta una habitación usado como dormitorio, cocina y living

Figura 1: Distribución de los resultados en La Oroya Antigua





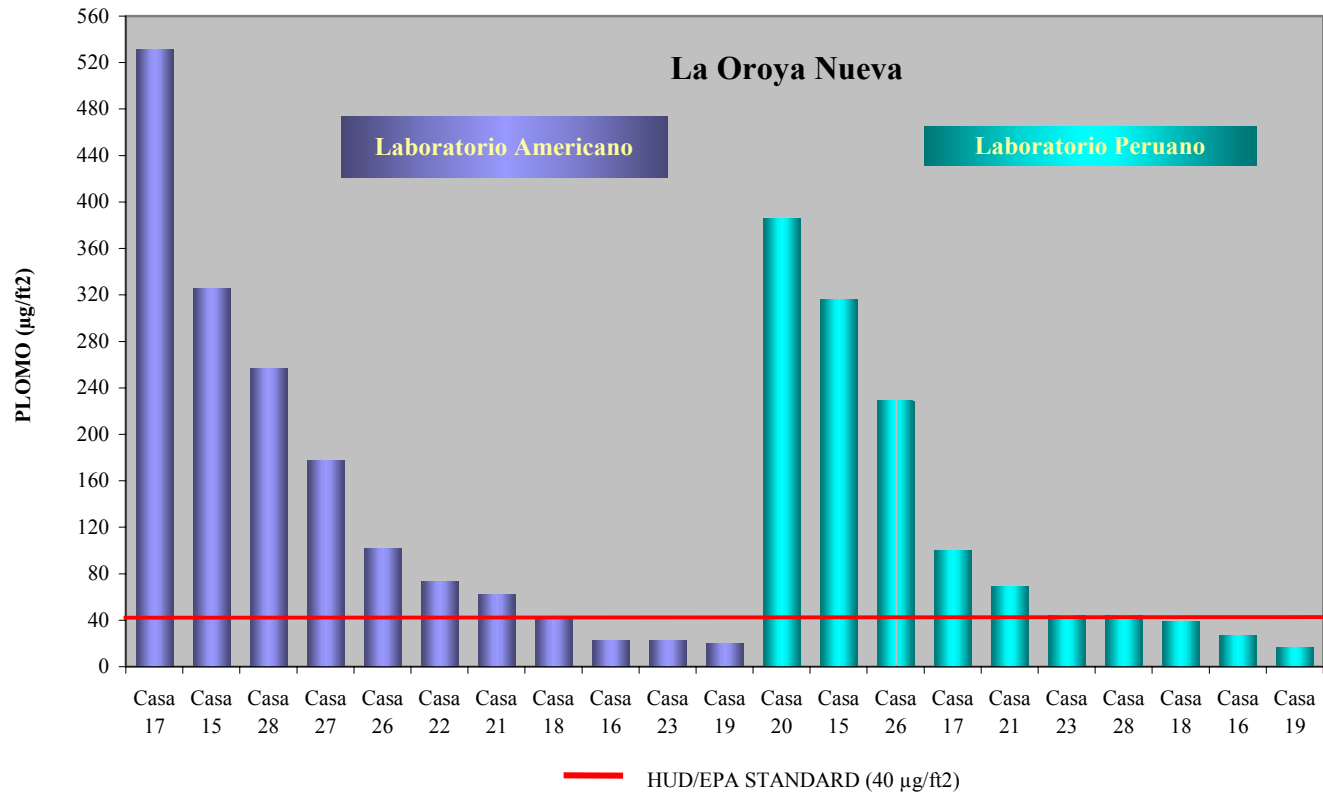

-  Representa a las muestras analizadas en el laboratorio peruano
-  Representa a las muestras analizadas en el laboratorio americano

Figura 2: Distribución de los resultados en La Oroya Nueva



 Representa a las muestras analizadas en el laboratorio peruano

 Representa a las muestras analizadas en el laboratorio americano

APENDICE: Procedimiento del Muestreo

- Primero se definió el espacio de la casa donde se tomó la muestra, se colocó un marco de plástico que presenta las medidas de un pie cuadrado por un pie cuadrado. Esta regla fue asegurada en los bordes por una cinta de plástico para evitar su movimiento al momento de la toma de muestra.
- En la hoja de control se anotó la información correspondiente a los dueños de casa como la ubicación geográfica, la altitud, número de miembros de hogar (adultos y niños) etc.
- Se colocó los materiales a utilizar cerca del área de muestreo. Antes de empezar cada toma de muestra, se etiquetó cada una de ellas con su número único correspondiente a su hoja de control.
- Para cada toma de muestra se utilizó un nuevo par de guantes.
- Para muestrear el área, se usó “Ghost Wipe” o toallas estériles ASTM E 1792. El primer wipe se extendió en la mano enguantada sujetando con el pulgar. Se colocó el wipe en la esquina superior derecha, dentro del área a muestrear y se recorrió con un movimiento en zig-zag de derecha a izquierda hasta cubrir toda la superficie “S”. Se dobló la toalla por la mitad, recorriendo el área con movimientos similares, de arriba abajo, quedando la toalla con cuatro dobleces repitiendo el primer recorrido. Se colocó la toalla en el tubo estéril de 50ml, procurando que la superficie de la toalla que contiene el polvo no toque las paredes del tubo.
- El área de muestreo y la ubicación fueron anotados respectivamente en la hoja de control.
- Después de la toma de cada una de las muestras, los equipos usados fueron limpiados.