

METODOLOGÍA PARA CARACTERIZAR EL RIESGO EN SITIO CONTAMINADO. CASO ABRA PAMPA (JUJUY-ARGENTINA)

METHODOLOGY FOR RISK CHARACTERIZATION IN CONTAMINATION SITE. ABRA PAMPA CASE (JUJUY-ARGENTINA)

Jorge Ricardo Castro Mariscal, Olga Noemí Saavedra, Norma Rosario Wierna, Ana Josefa Martos Mula, Margarita Ana Rojas y María Graciela Bovi Mitre

Grupo Investigación Química Aplicada (INQA). Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy, Argentina

RESUMEN

Una de las principales regiones de actividad minera del Noroeste Argentino es la Puna de Jujuy. Abra Pampa creció allí como centro de concentración de recursos y personas. Uno de sus principales establecimientos de procesamiento de minerales fue la Fundición Metal Huasi. Grandes cantidades de dreg de los procesos metalúrgicos se acumularon luego de décadas de funcionamiento, las cuales, tras el desmantelamiento de las instalaciones, a principios de los noventa, quedaron como pasivo ambiental en plena ciudad. Los efectos negativos para la salud de dichos residuos recién fueron relacionados con una situación de riesgo a mediados de la presente década. El Grupo de Investigación INQA elaboró, en colaboración con otros centros, una estrategia de intervención, que se basó en una metodología de identificación y evaluación de riesgo en sitios contaminados y que partió del reconocimiento y determinación de muestras físicas, hasta la medición de los niveles de plomo en sangre en la población infantil expuesta. Sus resultados se integrarían en un esquema de Evaluación del Riesgo. El estudio se complementó con análisis clínicos, pruebas neuroconductuales en el grupo bajo estudio, consultas e intercambio con la comunidad, además de capacitación con actores educativos locales. Como resultado principal, se confirmó a Abra Pampa como un sitio contaminado, con un nivel elevado de la población infantil afectada por la exposición y con el desafío de emprender su remediación. Aún con el estudio en fase de completar la categorización completa del riesgo, la Provincia avanzó en la remoción y traslado de las escorias, procedimiento cuyo impacto deberá someterse a nuevas evaluaciones en términos de salud de la población y el ambiente.

PALABRAS CLAVE: sitio contaminado; metodología caracterización; plomo; salud infantil; Abra Pampa (Jujuy).

INTRODUCCIÓN

La provincia de Jujuy, en Argentina, es una de las principales regiones mineras del país. La gran actividad

ABSTRACT

One of the main regions of mining activity of the Argentine Northwest is the aride land of Jujuy. There it Abra Pampa grew like center of concentration of resources and people. One of its main establishments of mineral processing was the Smeltery Metal Huasi. Great amounts of dreg of the metallurgical processes were accumulated after decades of operation, which, after the dismantling of the factory, at the beginning of the ninety, stayed as environmental liabilities in the center of the city. The negative effects for the health of these residues just were related to a situation of risk in the middle of the present decade. The Group of Investigation INQA elaborated, in collaboration with other centers, an intervention strategy, that was based on a methodology of identification and evaluation of risk in contaminated sites and it began with the recognition and determination of physical samples, until the measurement of the lead levels in blood in the exhibited infantile population. Their results would be integrated in a scheme of Evaluation of the Risk. The study was complemented with clinical analyses, neuroconductuales tests in the group under study, consultations and interchange with the community, besides qualification with local educative actors. Like main result, it was confirmed to Abra Pampa like a contaminated site, with an elevated level of the infantile population affected by the exhibition and with the challenge to undertake his remediación. Still with the study in phase to complete the complete categorisation of the risk, the Province advanced in the removal and transfer of dregs, procedure whose impact will have to be put under new evaluations in terms of health of the population and the atmosphere.

KEY WORDS: contaminated site; methodology characterization; lead; infantile health; Abra Pampa (Jujuy).

extractiva se situó históricamente en las minas de la Región Puna. Este agreste y gran espacio de movimiento de materiales, productos y personas atravesado por el corredor ferroviario y vial de la Ruta Nacio-

nal N° 9, tuvo su periodo de auge durante casi todo el siglo XX.

Un punto de convergencia de recursos y población relacionados con esta actividad es la ciudad de Abra Pampa. Situada a 220 kilómetros de la capital provincial y a 3.484 metros sobre el nivel del mar, es la cabecera del Departamento Provincial de Cochinocha y posee una población actual estimada de 13.000 personas. Con un régimen climático de amplia variación térmica, propio de la región, concentró durante décadas actividades subsidiarias de la minería. Una de ellas se desarrolló en la fundición Metal Huasi.

A un lado de la Ruta N° 9 y a tres cuadras de la Plaza Central, el establecimiento funcionó desde 1955 hasta fines de los ochenta, cuando cesó su actividad y se abandonaron sus instalaciones. A un lado de la vacía estructura quedó una montaña de residuos minerales, en su mayoría escorias de plomo (Figura 1).

Este montículo, que con sus 10 metros de altura se destacaba en el entorno de casas bajas, empezó a formar parte del paisaje de la ciudad. Lejos de percibirse como una fuente de riesgo para la salud, una parte de estos residuos fueron utilizados como material de contención para prevenir desbordes del Río Tabladitas, curso de creciente estacional que bordea el extremo norte de la ciudad. Con el paso del tiempo, estas escorias fueron arrastradas por la deriva del cauce hasta ubicarse como sedimento y material de relleno de un nuevo sector de viviendas denominado Barrio 12 de Octubre (Figura 2). En el periodo desde el desguace de Metal Huasi hasta el inicio de la investigación de INQA, solo se diagnosticaron casos aislados aunque concretos de intoxicación por plomo. La preocupación de la comunidad recién llegó a mediados de la primera década del siglo, cuando la autoridad municipal, ante la existencia de posibles nuevos casos, recurrió a la Universidad para solicitar un estudio al respecto.

Desde una definición usual en el campo de la investigación, un lugar podría ser un sitio contaminado cuando existen datos que acrediten la presencia de determinados tóxicos y de posibles fuentes de contaminación. Existen numerosos antecedentes y experiencias de investigación para el abordaje, la identificación y la remediación de sitios contaminados, así como una descripción validada de las distintas metodologías que posibilitan tal labor científica¹.

Sobre estos supuestos, en 2006 la Intendencia de Abra Pampa y la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu) suscribieron un acuerdo para la realización de un diagnóstico de la salud pública, en particular de la salud ambiental infantil, en torno a Metal Huasi.

La investigación se encomendó al grupo interdisciplinario INQA (Investigación Química Aplicada), con



FIGURA 1. Vista del montículo principal de escorias de Metal Huasi desde el sector de viviendas aledaño. Junio de 2006.

sede en la Facultad de Ingeniería de la UNJu y con una extensa trayectoria en la investigación sobre agentes tóxicos vinculados con la actividad productiva y la población humana. Para tal propósito, el INQA acordó con otros centros académicos y de salud pública, un marco de colaboración para el desarrollo del estudio, dada la complejidad del problema planteado. El equipo de trabajo se constituyó con:

- Laboratorio de Toxicología Ambiental, de la Facultad de Medicina, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, de México. Responsable: Dr. Fernando Díaz Barriga
- Programa Nacional de Prevención y Control de Intoxicaciones, Departamento de Salud Ambiental, Dirección de Promoción y Protección de la Salud, Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación. Responsable: Dra. Susana García
- Cátedra de Toxicología y Química Legal, de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, de la Universidad de Buenos Aires. Responsable: Dra. Edda Villamil Lépori
- Unidad Química del Centro Atómico Constituyente, de la Comisión Nacional de Energía Atómica. Responsable: Dra. Silvia Farías
- Grupo INQA de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Jujuy. Responsable: Dra. María Graciela Bovi Mitre

El proyecto de investigación se sustentó en la puesta en práctica de una metodología ya probada de identificación de sitios contaminados, desarrollada por la Universidad de San Luis Potosí, México². Según la misma, debían cumplirse cinco fases de intervención, desde el relevamiento y muestreo del sitio, la medición de marcadores de exposición e incidencia en la salud de la población, hasta la generación de estrategias con actores



FIGURA 2. Escorias de plomo como relleno de terrenos en el sector Barrio 12 de Octubre.

críticos de la comunidad para encarar la remediación. El proyecto finalmente recibió el nombre de “Evaluación del riesgo químico por metales tóxicos en Abra Pampa (Jujuy), asignando magnitudes y probabilidades de efectos adversos de la contaminación en el ambiente y la población infantil expuesta³”.

La finalidad de la investigación fue establecer, mediante datos científicamente válidos, si la ciudad de Abra Pampa era un sitio contaminado, si merecía ser intervenido ambientalmente y si se hacía necesario proteger a sus pobladores y los organismos de la biota propia del lugar (plantas y animales), utilizando para ello la metodología de caracterización de riesgo de referencia²).

MATERIAL Y MÉTODO

El montículo de escoria en el centro de Abra Pampa estaba compuesto por 6.298,5 m³ de residuos en la pila principal, más 106,5 m³ en otra adyacente y un total de 73,64 m³ de humos blancos, los cuales, sumados a otras cantidades menores de escoria, humos blancos y finos de carbón, constituyeron un total de 6.550,5 m³ de pasivo ambiental. Además, una gran cantidad no cuantificada de dicha escoria había sido utilizada como material de relleno y nivelación del Barrio 12 de octubre.

El estado físico de los residuos de mineral variaba desde trozos relativamente grandes de material vitrificado, hasta partículas pulverulentas que estaban sujetas a la dispersión por los fuertes vientos de la zona, lo que supuso que existía un mayor radio de terreno afectado en el sitio.

La metodología utilizada en la investigación fue la Evaluación Integral del Riesgo. La misma fue elaborada y

validada por el Laboratorio de Toxicología Ambiental, de la Facultad de Medicina, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, de México. Tiene como objetivo asignar magnitudes y probabilidades a los efectos adversos de la contaminación y la organización de sus fases, según la propuesta metodológica⁴ adaptada para el caso Abra Pampa, fue:

- Etapa 1. Visita al terreno para reconocer el área de estudio, identificar las fuentes potenciales de contaminación y georreferenciar los sitios claves. Descripción y caracterización de Abra Pampa para establecer si corresponde a un sitio contaminado.
- Etapa 2. Elaboración de una propuesta de análisis de la contaminación ambiental por metales tóxicos y análisis ambiental. Esto permite caracterizar Abra Pampa y estimar la exposición de la población, si la hubiere.
- Etapa 3. Estudio poblacional que incluye: evaluación bioquímica (plombemias), evaluación clínica y radiológica, evaluación neuroconductual. Capacitación en comunicación de riesgo y educación ambiental.
- Etapa 4. Almacenamiento y análisis de la información. Diseño de una base de datos y cálculo de las probabilidades para los principales factores de riesgo.
- Etapa 5. Integración de los resultados y redacción del informe final.
- Etapa 6. Elaboración de estrategias de seguimiento y evaluación de las intervenciones realizadas. Al final se propondrán líneas de intervención para disminuir el riesgo, para la prevención de daño y control.

En este contexto, el primer paso de la investigación de INQA fue la realización, en conjunto con el municipio local, de una reunión plenaria con referentes comunitarios (líderes municipales y de la comunidad, referentes de las áreas educativa, de organizaciones sociales, salud pública y vecinos). En la oportunidad se presen-

taron los responsables de la investigación, se expuso el plan de trabajo inicial, se compartió el conocimiento actual del problema y se recogieron las inquietudes de la comunidad. El director del centro colaborador del proyecto de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (México), quien fue invitado especialmente para el lanzamiento del proyecto, explicó los riesgos para la salud y el ambiente que supone la presencia de plomo en un sitio.

Luego de una primera actividad de reconocimiento en el terreno (junio de 2006), se procedió a la inspección y descripción del sitio. Se realizó además una selección de los tipos de contaminantes a determinar, los puntos de exposición a considerar, las rutas y las vías de exposición. Se determinó también el tipo de población en situación de riesgo y se caracterizaron tanto el régimen de vientos en la ciudad como el recorrido de deriva de las aguas de lluvia en los puntos referenciados. Se realizaron entrevistas con informantes claves de la comunidad a fin de reconstruir la historia de exposición y completar el conocimiento sobre los antecedentes comprobados en la salud de los pobladores. Se pudo confirmar, en tal sentido, la exposición de los pobladores de Abra Pampa desde al menos los 20 años anteriores al trabajo del Grupo INQA.

Según un plan de muestreo (junio a septiembre de 2006) que consideraba la recolección en lugares aledaños a los sitios con escoria, se tomaron muestras de agua y de suelo para detectar la posible contaminación con plomo. En el primer caso, se recogieron siete muestras de distintas fuentes de agua potable de consumo de la población. El análisis se realizó a través del método de espectrometría de emisión atómica-plasma inductivo de argón (ICP-OES), en laboratorios de la Comisión Nacional de Energía Atómica. En el caso del suelo⁵, se tomaron un total de 10 muestras a nivel de superficie. Para la determinación de Plomo Total, se analizaron ocho muestras de suelo con el mismo método y en la misma sede arriba indicados. Se tomaron como valores de referencia para plomo, tanto los criterios internacionales⁶ como los de Argentina⁷. En tanto, para la determinación del Plomo Bioaccesible fueron analizadas siete muestras de suelo en el Laboratorio de Toxicología Ambiental, de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, para las cuales se tomaron como referencia las normativas vigentes para plomo de Estados Unidos y México, cuyo valor norma es de 400 mg/kg.

Para el estudio poblacional se utilizó un diseño descriptivo de corte transversal, se reconoció, a tal fin, la cantidad de niños residentes mayores de 5 años y menores de 14, franja de edades que se consideraría la población bajo estudio. El método estadístico aplicado correspondió a un muestreo aleatorio estratificado proporcional a la población accesible. La fuente de datos fue la matrícula de los establecimientos escolares de la localidad.

Según estos criterios, se determinó una muestra de 234 niños, representativa del grupo etéreo seleccionado. Con el previo consentimiento informado de los padres y según un procedimiento autorizado por el Comité Provincial de Bioética, se realizaron las plombemias⁸. Se recogieron 234 muestras de sangre periférica, utilizando jeringas descartables plásticas, con heparina sódica como anticoagulante. Las jeringas se sellaron y congelaron a -20°C y fueron procesadas con el método de absorción atómica por atomización electrotérmica y espectrofotométrica. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las plombemias iguales o mayores a $10\ \mu\text{g/dL}$ se consideran como elevadas y están potencialmente asociadas a déficit neurológico infantil, pero actualmente dichos valores son cuestionados por expertos que sostienen que no pueden considerarse como valores de referencia las plombemias superiores a $5\ \mu\text{g/dL}$ debido a que, si bien hay discrepancias, el cociente intelectual puede disminuir de 0,25 a 0,5 puntos por cada microgramo de plomo que aumenta en la plombemia. Por tanto, el estudio consideró el valor de $5\ \mu\text{g/dL}$ como valor umbral a partir del cual podría verificarse daño neuromadurativo en los niños⁹.

Sobre estas determinaciones de plomo en sangre, se aplicó un sistema de información geográfica (SIG) como técnica para realizar un análisis que vinculara los valores de las plombemias con las distancias relativas de la vivienda de los niños respecto de los núcleos contaminantes¹⁰. Para tal fin, se proyectaron cinco círculos concéntricos con una separación entre ellos de 100 metros, tomando como centro a Metal Huasi. Se emplearon los programas SIG-Epi y ArcView GIS (The Geographic Information System for Everyone. Version 3.0 for Windows. ESRI 1992–1997).

Los estudios de plomo en sangre se complementaron con la realización de exámenes clínicos (noviembre de 2006) de la población en estudio. Estos se iniciaron con una evaluación antropométrica de los niños (talla y peso), que fue complementada con la toma de radiografías de huesos largos, un examen médico general y una revisión oftalmológica.

Basándose en los estudios anteriores y en los casos de presencia de valores de plomo superiores al mínimo considerado se programó la realización de pruebas neuroconductuales¹¹ a fin de medir el efecto de la contaminación sobre el desarrollo madurativo de la población infantil expuesta, utilizando el test de inteligencia WISC III.

El Grupo INQA desarrolló a la par de las actividades de investigación básica, un curso de capacitación en comunicación de riesgo y educación ambiental¹². La actividad partió de una convocatoria en las escuelas de Abra Pampa, dirigida a los docentes y también a los agentes sanitarios de las instituciones públicas de salud de la localidad. Basado en los supuestos de la ca-

pacitación en competencias, la escuela promotora de la salud y la formación de actores locales de prevención y desarrollo, el curso debía avanzar en la formulación participativa de acciones locales de reconocimiento y prevención del riesgo. La comunicación de riesgo ofrece la posibilidad de comunicar este de manera planificada y a la vez sensible a las necesidades de la comunidad; también integra a la comunidad en el proceso del manejo del riesgo.

RESULTADOS

Del análisis de plomo en suelo, los resultados (Tabla 1) confirmaron la contaminación de esta matriz, comparados con los valores de referencia (Tabla 2). Además, los valores de plomo bioaccesible advierten que hay una fracción importante del Plomo total que se encuentra disponible para ser absorbido y distribuido en el organismo humano.

Para el plomo en agua, los resultados (Tabla 3) en cuatro de las seis muestras de agua superan el límite máximo permisible de plomo para agua potable considerado¹³.

En el caso de las plumbemias, se verificó que había un 19% de niños con valores menores a 5 µg/dL; que el

52,06% tenía valores entre 5 y 10 µg/dL y un 28,4 % presentaba valores superiores a 10 µg/dL (Figura 3). Relacionado a estos resultados, se construyó un mapa georeferenciado, donde se puede constatar que a mayor cercanía de la fuente contaminante, mayor nivel de exposición. Para el radio comprendido entre los 200 y 300 metros (Figura 4), se verificó el nivel mayor de presencia del contaminante, lo cual confirma al sector del Barrio 12 de Octubre como otra fuente importante de exposición¹⁴.

En el diagnóstico clínico, los problemas más frecuentes encontrados en los niños y que se pueden asociar a

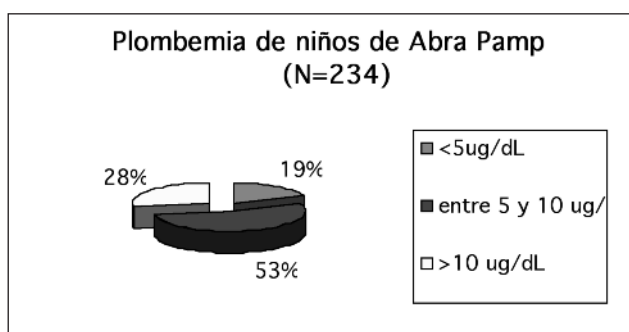


FIGURA 3. Resultado de los análisis de plumbemia de los niños de Abra Pampa

TABLA 1. Resultados de plomo total y plomo bioaccesible en el suelo de Abra Pampa

| Origen de la muestra | Pb bioaccesible (ppm) | Pb total (ppm) |
|--|-----------------------|----------------|
| Barrio (residuos color blanco) | 1.133 | 4.448 ± 220 |
| Barrio (residuo color blanco) | 6.930 | 8.320 ± 400 |
| Barrio (lugar donde corre agua) | 5.540 | 6.000 ± 300 |
| Barrio (lugar por donde corre agua) | 811 | 7.930 ± 400 |
| Barrio (frente a una casa) | 422 | 3.750 ± 190 |
| Barrio (casa frente Metal Huasi) | — | 115 ± 6 |
| Plaza | — | 80 ± 4 |
| Calle frente a la plaza | — | 23 ± 4 |
| ---- | 596 | — |
| Escoria de Metal Huasi sobre la vereda | 20.750 | — |

Muestras recogidas en sitios referenciados para el estudio de evaluación de riesgo.

TABLA 2. Valores de referencia utilizados para plomo

| Metal | Uso agrícola | Uso residencial (mg/kg) | Uso industrial (mg/kg) |
|------------|--------------|-------------------------|------------------------|
| Pb (total) | 375 | 500 | 1.000 |

Fuente: Ley de Residuos Peligrosos 24501, Decreto 831/93. Argentina.

TABLA 3. Resultados de Plomo en el agua de Abra Pampa

| (µg/L) | Pb | Cd | As | B | V | Fe |
|--------|--------|-------|--------|----------|---------|----------|
| M1 | 81 ± 8 | < 3 D | < 10 D | 434 ± 22 | < 10 ND | <10 D |
| M2 | 46 ± 5 | < 3 D | < 10 D | 402 ± 20 | < 10 ND | <10 D |
| C1 | 47 ± 5 | < 3 D | < 10 D | 395 ± 20 | < 10 ND | <10 D |
| C2 | 55 ± 5 | < 3 D | < 10 D | 506 ± 25 | < 10 ND | <10 D |
| S1 | 62 ± 6 | < 3 D | < 10 D | 400 ± 20 | < 10 ND | 200 ± 10 |
| S2 | 54 ± 2 | < 3 D | < 10 D | 343 ± 15 | < 10 ND | 200 ± 10 |

Sobre 10 muestras de agua potable para consumo humano.

la que se completará cuando se concluya el trabajo de campo y se calculen las probabilidades para los principales factores de riesgo

Las pruebas neuroconductuales se están completando actualmente, lo que permitirá, luego de su integración, completar las fases finales del estudio.

A la luz de los resultados de plomo en suelo, el doctor Fernando Díaz Barriga, de la Universidad de San Luis Potosí, concluye que la mayor concentración de plomo biodisponible se encuentra en los restos de la fundición desmantelada. La recomendación para las familias que viven en torno a este sector es directamente su traslado hacia otra zona más segura y menos afectada. Pero estas recomendaciones hacia la remediación del sitio, no coincidieron en todo con las acciones finalmente emprendidas por las autoridades políticas de Jujuy.

Metal Huasi, luego de la repercusión pública (nacional e internacional) que tomó el caso, al conocerse y discutirse los resultados del estudio del Grupo INQA, elevó su consideración como una zona prioritaria de evaluación y posterior recomposición a nivel nacional, por lo que se incorporó al Programa de Gestión Ambiental Minera (GEAMIN). Este programa fue gestionado por el organismo minero nacional ante el Banco In-

teramericano de Desarrollo (BID), para financiar acciones tendientes al fortalecimiento de la gestión ambiental sustentable en el sector productivo minero nacional.

En 2008, el Gobierno de la Provincia de Jujuy inició el tratamiento de los residuos con el traslado del material contaminante (Figura 6) a un denominado centro de disposición final, localizado en la localidad puneña de



FIGURA 6. Vista del predio de Metal Huasi mientras se realizaba el traslado de la montaña de escoria.

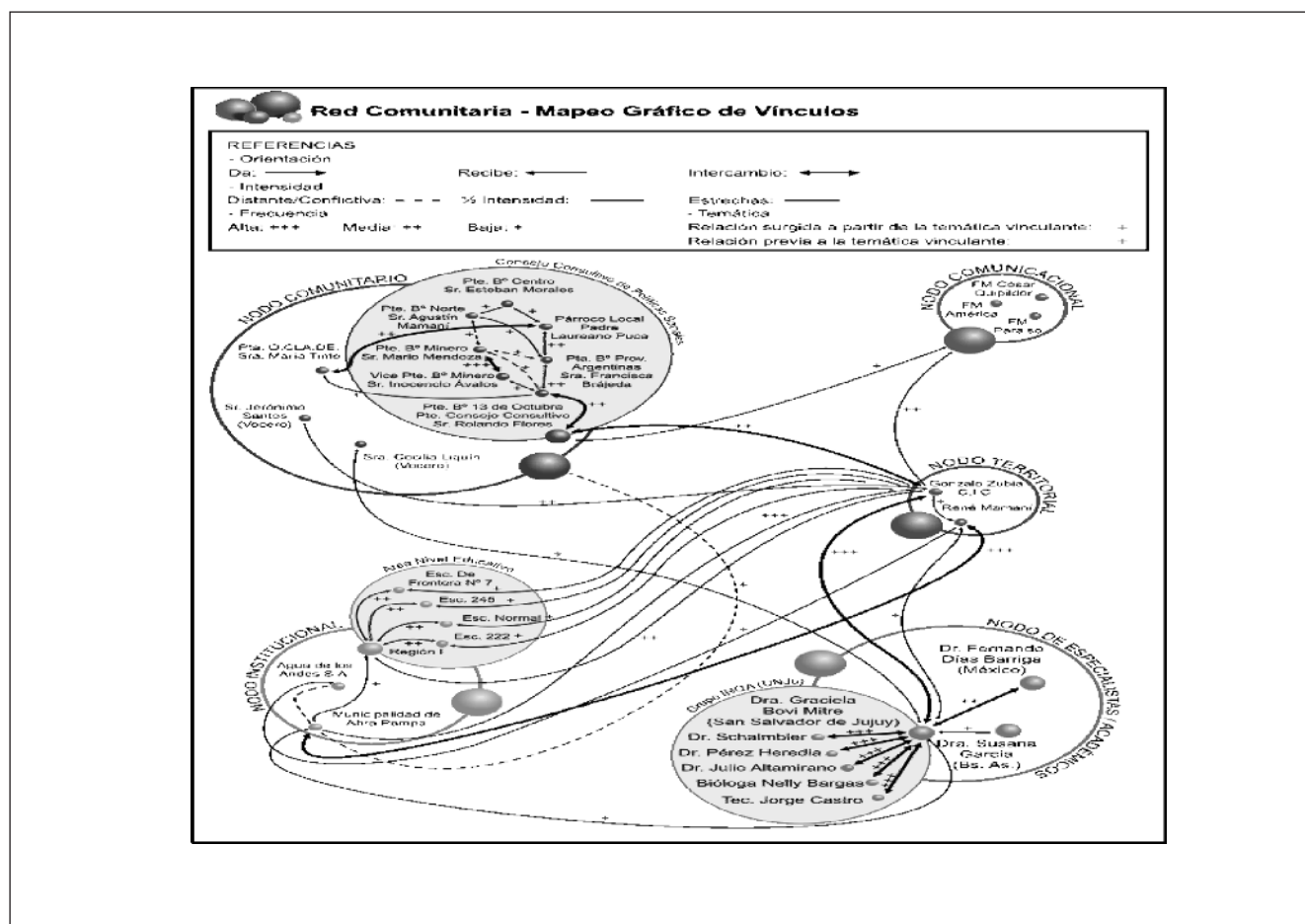


FIGURA 5. Mapa de actores comunitarios de Abra Pampa vinculados con el problema ambiental y caracterización de sus relaciones en la red.

Mina El Aguilar, sede de la compañía Minera Aguilar, uno de los principales centros de extracción. Al mismo tiempo, la autoridad de política sanitaria de la provincia anunció la construcción un nuevo hospital en Abra Pampa

En agosto de 2009, la Clínica de Derechos Humanos, de la Facultad de Derecho, de la Universidad de Texas¹⁵, dio a conocer un documento crítico sobre la situación actual de remediación del sitio por parte de las autoridades provinciales, que objeta la metodología utilizada y advierte sobre los nuevos y peores riesgos que la misma acarrearía para la población de Abra Pampa. El informe fue en principio desestimado por las autoridades de salud pública de Jujuy.

El Gobierno de Jujuy firmó a su vez, en enero del presente año, en conjunto con la Secretaría de Minería de la Nación, un contrato para la adjudicación del estudio de los pasivos ambientales de la exfundición Metal Huasi en Abra Pampa. La empresa peruana Cesel S. A., adjudicataria de la obra, tiene a su cargo en la actualidad la evaluación y el diseño del Plan de Remediación Ambiental de los espacios afectados, así como la ejecución de obras para el traslado del resto de las escuelas que todavía quedan en la ciudad.

BIBLIOGRAFÍA

1. ATSDR, Environmental data hended for public health assessments. A guidance manual. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services: Atlanta (Georgia); 1994.
2. Díaz-Barriga, F. Metodología de identificación y evaluación de riesgos para la salud en sitios contaminados, Lima (Perú): Organización Panamericana de la Salud/CEPIS/PUB/99.34; 1999.
3. Facultad de Ingeniería (UNJu), Resolución N° 089/06. Evaluación del riesgo químico por metales tóxicos en Abra Pampa, asignando magnitudes y probabilidades de efecto adverso de la contaminación en el ambiente y la población infantil expuesta (2006-2008).
4. Mejías J, Yañez L, Carrizales L, Díaz Barriga F. Evaluación integral del riesgo en sitios contaminados (Una propuesta metodológica) *Scientiae Naturae* 2001;4(1):25-42.
5. Vargas N, Tschambler J, Wierna N, Avila N, Fariás S, Díaz Barriga, F, Bovi Mitre G. Estudio de niveles de Plomo en suelos de la localidad de Abra Pampa, Jujuy. En: XV Congreso Argentino de Toxicología, 26 al 28 de septiembre 2007, Neuquén. Libro de resúmenes; p. 49.
6. Madhavan S, Rosenman KD, Saeta T. Lead in soil: recommended maximum permissible levels. *Env Res* 1989;49:136-42.
7. Ley de Residuos peligrosos. Ley N° 24051-92. Decreto 831/93. Generación, manipulación, transporte y tratamiento. Boletín Oficial, 17 de enero de 1992.
8. Saavedra N, Wierna N, Campos E, Vargas N, Pérez G, Villamil E, Tschambler J, Romero A, Bovi Mitre G. Niveles de Plomo en sangre de niños de Abra Pampa (Jujuy-Argentina). En: XV Congreso Argentino de Toxicología, 26 al 28 de septiembre 2007, Neuquén. Libro de resúmenes; p. 56.
9. CDC. Interpreting and Managing Blood Lead Levels <10 g/dL in Children and Reducing Childhood Exposures to Lead. 2007;56 (RR08);1-14;16.
10. Ruggeri MA, Tschambler J, Zubia GF, Bovi-Mitre MG. Georreferenciamiento de Plombemias de una población infantil de la Localidad de Abra Pampa, Provincia de Jujuy-Argentina. En: XV Congreso Argentino de Toxicología, 26 al 28 de septiembre 2007. Neuquén. Libro de resúmenes; p. 48-9.
11. Martos-Mula AJ, Ruggeri MA, Wierna N, Saavedra N, Altamirano J, Ríos F, Bovi Mitre G. Diseño para una investigación sobre el efecto del Plomo sobre las funciones cognitivas en niños de la Puna jujeña. En: 10th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Environmental and Occupational Health, Heredia (Costa Rica). 11 al 13 de junio 2008; p. 227.
12. Castro JR, Zubia GF, Bovi Mitre MG. Capacitación y acción comunitaria en un sitio contaminado con Plomo. El caso Abra Pampa. En: XV Congreso Argentino de Toxicología, 26 al 28 de septiembre 2007, Neuquén. Libro de resúmenes; p. 77.
13. Secretaría de Políticas, Regulación y Relaciones Sanitarias. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Código Alimentario Argentino. Resolución Conjunta 68/2007 y 196/2007. Modificación. Sustituye el Art. 982 del C.A.A. Boletín Oficial, 30 de mayo.
14. Ruggeri MA, Zubia GF, Romero AE, Avila Carrera N, Tschambler JA, Bovi Mitre MG. Georreferenciamiento: una herramienta utilizada para analizar y diagnosticar sitios contaminados en la Provincia de Jujuy-Argentina. *Rev Toxicol (España)* 2009;26:131-6.
15. Clínica de Derechos Humanos, de la Facultad de Derecho, de la Universidad de Texas. Abra Pampa: pueblo contaminado, pueblo olvidado. La lucha por los derechos a la salud y a un ambiente sano en Argentina. Agosto 2009. www.utexas.edu/law/academics/clinics/abra-pampa-es.pdf