



# Análisis del impacto ambiental generado por la emisión de mercurio desde fuentes fijas o entables del municipio de Andes - Antioquia

Por: Jairo Ruiz Córdoba, María Eugenia Carmona, William Bolívar  
Docentes e investigadores del grupo Materiales y Preciosos (MAPRE),





## RESUMEN

El presente artículo se deriva del trabajo realizado por el grupo Materiales y Preciosos (MAPRE) del Departamento de Ingeniería Metalúrgica y de Materiales de la Universidad de Antioquia, en el municipio de Andes, entre septiembre de 2013 y septiembre de 2014, con la financiación de la Secretaría de Minas de la Gobernación de Antioquia, Corantioquia y la Universidad de Antioquia. Dicho trabajo consistió en realizar por primera vez, la caracterización e intervención técnica en los procesos y gestión de residuos utilizados en la mayoría de entables o plantas de beneficio de oro, seleccionados aleatoriamente de acuerdo con criterios estadísticos predeterminados.

Inicialmente se diseñó y elaboró una encuesta personalizada y un instrumento de observación, que fueron aplicados en ocho entables donde se trabaja con mercurio, con el fin de evaluar su desempeño con respecto a la eficiencia productiva, las emisiones y vertimientos de mercurio, así como la gestión ambiental y de salud laboral en general. Esta valoración incluyó los insumos, tecnologías, procesos empleados, características y funcionamiento de los equipos, las variables locativas y ambientales, mediciones del mercurio en el ambiente, cantidad y manejo del mercurio, la amalgama y sus residuos; así como actividades de sensibilización, motivación y capacitación en los entables y en una institución educativa de la región.

Gracias a la intervención y asesoría personalizada, debidamente ejecutada por el equipo investigador del grupo MAPRE, cuatro de los seis entables que estaban contaminados con vapor de mercurio en la primera fase, disminuyeron los niveles a valores permitidos por la norma. Además, en dos de los entables estudiados se cambió el proceso de amalgamación con mercurio por el de cianuración para el beneficio del oro, lo cual se considera determinante desde el punto de vista ambiental, económico y social.

**Palabras clave:** entables, mercurio, caracterización, cianuración.

## INTRODUCCIÓN

La pequeña y mediana minería son actividades económicas muy importantes para aproximadamente 55 países en desarrollo, ubicados en África, Asia y Suramérica. Colombia es un país con tendencia minera y con grandes riquezas en oro, cuya explotación se realiza principalmente mediante minería artesanal y a pequeña escala. En el beneficio del oro se utilizan compuestos altamente tóxicos como el mercurio, el cianuro y otras sustancias que al ser manipuladas inadecuadamente pueden producir graves daños en la salud de los seres vivos y en el medio ambiente<sup>[1]</sup>

Antioquia es un departamento con abundantes recursos minerales y es el primer productor nacional de oro y plata. Esta característica puede ser una gran oportunidad o una gran amenaza, según la perspectiva desde donde se mire.

Generalmente, en la minería aurífera a pequeña y mediana escala, la mayoría de los minerales son extraídos y beneficiados sin tener un conocimiento preciso sobre las características y el tipo de mena que contiene el metal precioso. Esto conlleva a un inadecuado aprovechamiento de los recursos minerales, bajas recuperaciones de los metales preciosos y niveles de contaminación ambiental que varían entre medianos y altos.

En el municipio de Andes la pequeña minería emplea los mismos procesos de recuperación del metal precioso para cualquier tipo de mena. Estos procesos de beneficio del oro se realizan mediante trituración, amalgamación en “cocos” o molinos, recuperación y quema de la amalgama. En unos pocos entables se ejecutan los



procesos de cianuración de las colas provenientes de la amalgamación, obteniendo el oro por precipitación con polvo o viruta de zinc.

La historia del municipio de Andes se remonta a 1805, cuando fueron descubiertas en los llanos de Santa Rita varias minas de oro, las cuales fueron nombradas “La Soledad” y “San Antonio”; posteriormente se descubrió la mina “El Chaquiro”, lo que originó la fundación de la aldea de Santa Rita. En 1842, se inició la explotación de estas ricas minas de oro, ubicadas en su gran mayoría en el corregimiento de Santa Rita. A pesar de esta historia minera, el municipio de Andes se ha destacado más por el café. Actualmente, con la fiebre del oro, la minería está tomando un nuevo aire, pero como en la mayoría de los municipios auríferos de Colombia, se tienen malas prácticas en el uso y abuso del mercurio y otras sustancias químicas peligrosas.

Es importante resaltar que la gran mayoría de la pequeña minería en Colombia y en el mundo no ejecuta una buena caracterización del mineral. Esto es determinante e importante para establecer los procesos y la tecnología que se van a utilizar en el tratamiento de los minerales preciosos. Lo ideal es poder establecer procesos eficaces y eficientes, con tecnologías limpias, sin mercurio y ojalá sin cianuro.

Es ampliamente conocido que el uso inapropiado del mercurio puede contaminar el ambiente y los seres vivos, tanto en las etapas de preparación de la amalgama en los entables como durante la quema de la misma. Por ello, es imperioso tomar medidas preventivas y eficaces en lo relacionado con el manejo adecuado en estas labores o utilizar otras técnicas más limpias y menos peligrosas para obtener el oro y la plata.

Llevar a cabo una actividad minera responsable y amigable con el ambiente es una prioridad de la Secretaría de Minas del departamento de Antioquia, Corantioquia y la Universidad de Antioquia. Por eso, estas tres instituciones mencionadas realizaron un convenio con el objeto de

realizar la sensibilización, capacitación, asesoría técnica y evaluación médica a los pequeños mineros y artesanales y a la comunidad relacionada, sobre los riesgos del mercurio, el uso y manejo adecuado de este y de sus residuos. También sobre la promoción e implementación de técnicas más limpias para recuperar el oro y obtener una caracterización de las variables locativas, ambientales, procesos, manejo del mercurio, amalgamas, residuos, seguridad industrial y salud laboral, en las plantas de beneficio o entables y compras de oro en siete municipios de Antioquia, incluyendo el de Andes. Es de resaltar que la evaluación médica a los pequeños mineros y artesanales, y a la comunidad asociada serán presentados en otro artículo.

La información presentada incluyendo los resultados ambientales medidos en los entables, apuntan a satisfacer uno de los objetivos del macroproyecto ejecutado por el grupo MAPRE, intitulado: Atención a la problemática generada por el uso intensivo del mercurio en siete municipios auríferos del departamento de Antioquia: hacia una minería limpia y competitiva.

### GENERALIDADES SOBRE EL MUNICIPIO DE ANDES (ANTIOQUIA)

Andes es un municipio de Antioquia fundado en el año de 1852 por Pedro Antonio Restrepo Escobar. Está localizado en la subregión suroeste del departamento. Limita por el norte con los municipios de Betania, Hispania y Pueblo Rico; por el este con los municipios de Jardín y Jericó; por el sur con el departamento de Risalda y por el oeste con los municipios de Chocó y Risalda. Su cabecera dista 126 km de la ciudad de Medellín, capital del departamento de Antioquia, y posee una extensión de 444 km<sup>2</sup>. Es célebre por ser la cuna, entre otros, del escritor, filósofo y periodista antioqueño Gonzalo Arango, fundador del movimiento nadaísta.<sup>[2-4]</sup>

Está conformado administrativamente por siete corregimientos: Tapartó, Santa Inés, Santa Rita, San José, Buenos Aires, San Bartolo y La Chaparrala. Tiene 62

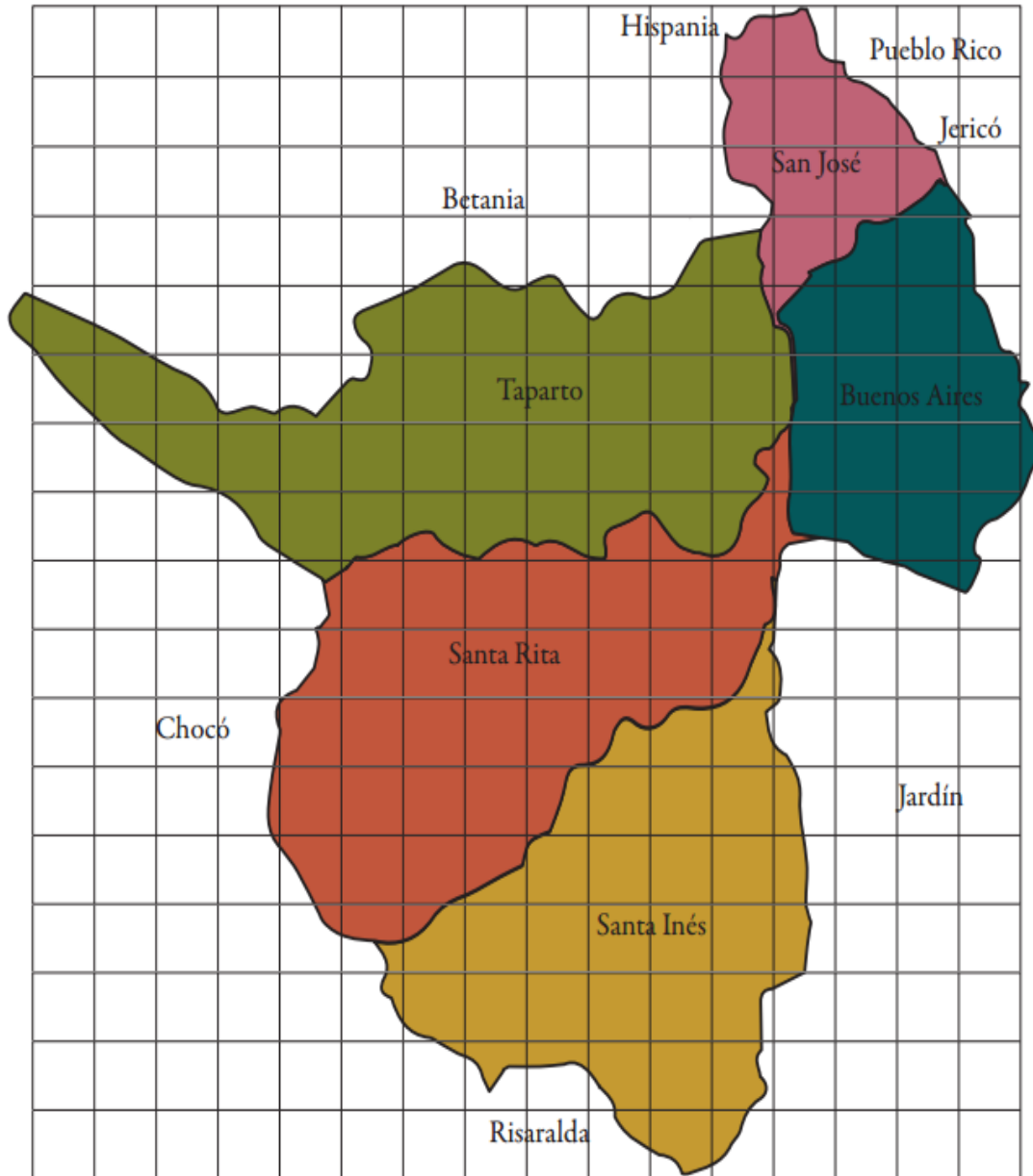


Figura 1. División política del municipio de Andes.<sup>[1-3]</sup>

veredas y por carretera se comunica con Medellín, Aguadas en el departamento de Caldas, y con los municipios antioqueños de La Ceja, La Unión, Montebello, Santa Bárbara y Sonsón.

Es tierra cafetera donde las viejas chivas o buses de escaleras, además de ser un transporte público, fueron decla-

radas patrimonio inmaterial del municipio. Su parque principal es amplio, concurrido y en él se siente el palpitar de la tertulia y la actividad comercial que le dieron al paisa fama de conversador y buen negociante. Su infraestructura en finca hoteles, parques ecológicos y recreativos y lugares para la diversión nocturna son parte de los nuevos desarrollos turísticos de Andes. Este municipio

guarda en los inmensos árboles del parque y en sus viejos balcones toda la historia de la grandeza de Antioquia.

Su economía está basada principalmente en la agricultura del café, plátano, yuca, frijol, frutales, tomate, caña de azúcar y banano. También tiene ganadería de equinos, bovinos y porcinos; minería de material playa, balastro, oro. Es considerado el distrito de mayor empuje comercial en el suroeste de Antioquia.

El bosque natural representa hoy en el municipio el 40% del área total, es decir, 17.750,87 hectáreas aproximadamente. La mayoría de estos bosques se encuentran localizados en las partes altas de la vertiente occidental de la cordillera Occidental, en límites con los departamentos de Chocó y Risaralda, y son los que conforman Los Farallones del Citará y el Cerro de Caramanta. Andes sobresale por su gran extensión, su alta biodiversidad y,

principalmente, por ser una estrella hidrográfica, ya que allí nacen la mayoría de los ríos y quebradas que surten los acueductos de las veredas y de los corregimientos.<sup>[2-4]</sup>

### **METODOLOGÍA PARA EL TRABAJO DE CAMPO EN EL MUNICIPIO DE ANDES**

Inicialmente se realizaron los contactos por vía telefónica con la alcaldía municipal, los directores locales de salud, asociaciones de mineros y los administradores de cada uno de los entables.

La caracterización completa se efectuó en tres etapas bien definidas, las cuales se ejecutaron simultáneamente. Primero se diseñó, elaboró y diligenció una encuesta personalizada y un instrumento de observación en los ocho entables seleccionados. Esto fue realizado por ingenieros y estudiantes de últimos niveles de ingeniería capacitados previamente para ello.



**Figura 2.** Equipo investigador subiendo a la vereda La Soledad hacia los entables.

**Fuente:** Grupo MAPRE



El propósito fue evaluar el desempeño con respecto a la eficiencia productiva, las emisiones y vertimientos de mercurio, así como la gestión ambiental y de salud laboral en general. Esta valoración incluyó los insumos, tecnologías, procesos empleados, características y funcionamiento de los equipos, las variables locativas y ambientales, mediciones del mercurio en el ambiente de trabajo, cantidad y manejo del mercurio, la amalgama y sus residuos; así como actividades de sensibilización, motivación y capacitación.

En segunda instancia, se llevó a cabo la medición del mercurio en el ambiente laboral en los entables seleccionados; para tal labor, se utilizó el equipo Jerome que mide el mercurio en tiempo real. Corantioquia facilitó esta tecnología como recurso en especie para este proyecto. En la tercera etapa, se realizaron las reuniones de sensibilización, socialización e interpretación de resultados y forma-

ción de tejido con las alcaldías municipales, los directores locales de salud, los mineros encuestados y la institución educativa de secundaria de la vereda de Santa Rita.

Toda la información recolectada en las mediciones ambientales, la encuesta y en el instrumento de observación fue analizada con el apoyo del programa estadístico Statgraphis 16.0 (con licencia).

### RESULTADOS O CARACTERÍSTICAS GENERALES ENCONTRADAS EN LOS ENTABLES INTERVENIDOS

Es de resaltar que las personas encargadas de los entables fueron muy receptivas, permitieron realizar encuestas personalizadas, preguntas sobre el proceso, asesorías técnicas individualizadas, observaciones y mediciones de mercurio en el ambiente interno con el respectivo registro fotográfico.



Figura 3. Principales elementos de un entable típico. Fuente: Grupo MAPRE.

Durante la visita se les explicó a los propietarios, administradores, trabajadores y mineros los objetivos de la investigación; ellos se mostraron muy interesados en participar y colaboraron con las muestras de mineral para la caracterización y procesamiento en los laboratorios de la Universidad de Antioquia.<sup>[5-6]</sup>

Las principales características encontradas en los entables fueron las siguientes:

- No realizan una caracterización química y mineralógica del mineral
- No concentran el mineral antes del proceso de amalgamación.
- Las personas, en su mayoría, consideran que la amalgamación es el proceso más fácil para recuperar el oro y que este no es nocivo para la salud.
- Utilizan muy poco los elementos de protección personal para manipular el mercurio, solo botas de caucho.
- Limpieza deficiente en los sitios donde se realiza la amalgamación, área de los molinos (cocos) y en la zona del elutriador o marrana (quienes lo tienen).
- Filtración no adecuada de la amalgama, algunos la realizan en forma manual y en baldes.
- Algunos no tienen tanques para sedimentar las colas o lodos, otros solo tienen un hueco en la tierra.
- Todos los entables preparan manualmente la amalgama y la queman sin equipos apropiados como son las retortas.
- Altos consumos de mercurio para la amalgamación en los molinos o cocos.



Figura 4. Elutriador (marrana) en funcionamiento con mercurio derramado.



Figura 5. Asesorías y sensibilización personalizadas en el sitio de trabajo de los mineros.

Fuente: Grupo MAPRE.

# En MINEROS, la protección del Medio Ambiente hace parte de cada actividad que realizamos,

trabajamos día a día enfocados en la Sostenibilidad de los recursos, para beneficio de las generaciones actuales y futuras.



## Componente hídrico

- Recuperación y mantenimiento de 793.910 m<sup>2</sup> en espejos de agua de humedales.
- Creación de 36 espejos de agua artificiales en 128 hectáreas dejadas por la operación aluvial de la Compañía.
- Repoblamiento icónico con más de 2 millones de alevinos (cría de especies nativas), entre bocachico y dorada.
- Inversión de \$165 millones en monitoreo ambiental y de aguas entre 2012 y 2015.



## Componente aire

- Emisión de 3,65 ton CO<sub>2</sub>/Kg Oro y emisiones indirectas cero por consumo de energía en la Central Hidroeléctrica Providencia, catalogada como un proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) por parte de las Naciones Unidas.



## Componente flora

- Establecimiento de 1.500 hectáreas de bosque protector con un total de 27 especies, en su mayoría nativas.
- Alianzas estratégicas del orden ambiental, académico y social con Corantioquia, Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Fundación Proaves de Colombia, Fundación Siembra Colombia, Agenda del Mar, entre otros.



## SOCIO ECOSISTEMAS

## Componente fauna

- Liberación de 4.300 tortuguillos en cuatro temporadas del Programa de Manejo y Conservación de la Tortuga de Río, especie endémica.
- Conservación de las especies Paujil y Tigrillo en más de 400 hectáreas de bosque primario.
- Ahuyentamiento, rescate y reubicación de 7.093 individuos de diferentes especies en zonas aledañas a la operación de la Compañía.



## Componente comunitario

- Programa de Manejo y Conservación de la Tortuga de Río, con la participación de 10 comunidades de El Bagre, Nechí, Zaragoza y Caucasia.
- Implementación de 39 parcelas agroforestales; 20 de ellas se han donado a familias de la región, para fomento de la economía local y la seguridad alimentaria.
- Entrega de 640.000 alevinos de cachama, tilapia y bocachico para el fomento piscícola en poblaciones de El Bagre, Nechí, Zaragoza y Anorí.
- Desarrollo de una estrategia de educación ambiental para más de 1.000 estudiantes y cerca de 30 docentes como veedores ambientales de El Bagre, Nechí, Zaragoza y Anorí.



[www.mineros.com.co](http://www.mineros.com.co)

¡Somos responsables por naturaleza!

# MINEROS S.A.

Minería responsable del Siglo XXI







**Figura 6.** Hornilla encontrada para la quema de la amalgama al aire libre (mala práctica)

**Fuente:** Grupo MAPRE.

- Se encontró en algunos entables mercurio derramado en las zonas de amalgamación y en los elutridores.
- Solo un entable, de los ocho estudiados, tiene señalización de las zonas de trabajo, rutas de evacuación, empleo elementos de protección personal.
- En la mayoría de los entables las variables locativas y ambientales no cumplen las normas vigentes.

#### **PRINCIPALES RECOMENDACIONES APORTADAS POR EL EQUIPO INVESTIGADOR DEL GRUPO MAPRE DE LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

El equipo investigador, después de analizar la información recolectada en el trabajo de campo, las experiencias adquiridas y el conocimiento de cada uno de los integrantes, entregó un documento con las recomendaciones a cada una de las personas que administran o

laboran en las entidades visitadas. A continuación, se presenta un listado de dichas recomendaciones:

- Concentrar previamente (en una mesa, canalón, etc.) el mineral para amalgamar, evitar amalgamar todo el mineral, solo el concentrado. No moler más de 2,5 horas los 50 a 60 kilos de mineral.
- No quemar al aire libre las amalgamas obtenidas en el proceso, emplear las retortas.
- Evitar el ingreso de grasas y aceites al circuito de molienda/amalgamación con el fin de prevenir la contaminación y pérdida del mercurio.
- Utilizar en todo el proceso de amalgamación los elementos de protección personal: guantes, botas, batas (recomendable de cuero) y caretas.
- Mantener el mercurio en envases plásticos protegidos con aceite, herméticamente cerrados y rotulados, fuera del alcance de los niños; preferiblemente, guardarlo en nevera de uso exclusivo para este fin.
- No usar más de la cantidad de mercurio necesaria (realizar ensayos previos) y el tiempo adecuado de amalgamación. Emplear la mitad del mercurio que se emplea actualmente por coco, con el fin de disminuir las pérdidas de mercurio, oro y dinero.
- En lo posible, utilizar prensas para filtrar las amalgamas y eliminar así el exceso de mercurio de estas.
- Cuando se exprima manualmente la amalgama (no recomendable) para remover el exceso de mercurio, se deben utilizar todos los elementos de protección personal, como los guantes, las botas, la bata y careta.
- Procurar no tener derrames de mercurio, y cuando se presenten, contar con un plan de contingen-



cia para recogerlo, por ejemplo con una jeringa destinada exclusivamente para esto. Mantener la jeringa limpia.

- Las colas o relaves deben ser depositados en lugares debidamente acondicionados, bajo techo, aislados del área de trabajo y lejos de los cuerpos de agua, cubriéndolos con plásticos.
- Se deben lavar bien los molinos (cocos) y la marraña (elutriador), y esta agua de lavado debe ser bien direccionada hacia los canales que van a los tanques de sedimentación, para garantizar que los residuos no queden en el piso.
- Se recomienda a la persona encargada del entable o administrador, sensibilizar o recomendar a todos los usuarios del establecimiento (mineros) sobre la importancia de hacer la quema de la amalgama ob-



**Figura 7.** Acompañamiento continuo y personalizado a los mineros y sensibilización en un colegio de Andes.



tenida en un lugar seguro y con el equipo apropiado para el proceso, como la retorta, a fin de evitar o reducir las emisiones de mercurio al ambiente. Además exigir los elementos de protección personal a los mineros independientes.

- Hacer todo lo posible por cambiar la amalgamación por el proceso de cianuración de los concentrados.
- Mejorar las variables locativas y ambientales de los sitios de trabajo.

#### MEDICIONES AMBIENTALES REALIZADAS EN LA MUESTRA DE LOS ENTABLES DEL MUNICIPIO DE ANDES, FASES 1 Y 2

En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en las fases 1 y 2. Se colige de la tabla que de los ocho entables estudiados en septiembre de 2013, cinco mostraron valores superiores al límite permisible por la norma y uno de ellos muy

próximo a dicho valor, es decir, tenían el ambiente contaminado; el resto, o sea dos establecimientos, no estaban contaminados.

Con respecto a las segundas mediciones ambientales de vapores de mercurio al interior de los entables con el equipo Jerome, realizadas en mayo de 2014, se presentó lo siguiente: de los cinco que resultaron contaminados en la primera fase, cuatro bajaron sus niveles de contaminación y uno está cerrado. El otro que tenía un valor muy próximo al límite establecido por la norma, también presentó una ostensible disminución. De los entables que no presentaron contaminación en la primera fase, uno sigue así y el otro está cerrado.

Este municipio se destaca porque en dos de los entables estudiados se cambió el proceso de amalgamación con mercurio por el proceso de cianuración para el beneficio del oro. Tanto la disminución de la

**Tabla 1.** Resultados de las mediciones de mercurio en el sitio de trabajo (entables).

Código Establecimiento	Primera medición de vapor de mercurio al interior del establecimiento con el equipo Jerome (mg Hg/m <sup>3</sup> )	Segunda medición de vapor de mercurio al interior del establecimiento con el equipo Jerome (mg Hg/m <sup>3</sup> )	Valor límite permisible en mg Hg/m <sup>3</sup> según la ACGIH*
	Septiembre de 2013	Mayo de 2014	
E-01	0.074	0.004	0.025
E-02	0.024	0.007	0.025
E-03	0.009	Cerrado	0.025
E-04	0.028	0.004	0.025
E-05	0.029	0.009	0.025
E-06	0.006	0.003	0.025
E-07	0.041	Cerrado	0.025
E-08	0.043	0.009	0.025

\* AGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists



contaminación laboral como el cambio a los procesos de cianuración se deben a la intervención y asesoría técnica prestada por el equipo investigador de este proyecto.

### VARIABLES RELACIONADAS CON LAS CONDICIONES LOCATIVAS, AMBIENTALES Y DE SALUD EN LOS ENTABLES ESTUDIADOS

Toda la información recolectada y analizada tanto en la encuesta como en el instrumento de observación fue procesada con el apoyo del programa estadístico Statgraphis 16.0; los principales resultados o características se presentan a continuación:

En cinco entables la temperatura medida estaba entre 18 y 24 °C, en los tres restantes fue superior a 24 °C, esto favorece enormemente la cinética de evaporación del mercurio.

De las ocho personas entrevistadas tres de ellas trabajan 60 horas a la semana; tres, 72 horas; una, 18 y otra 80, lo cual indica mucho tiempo de exposición a los posibles vapores de mercurio. Además, al momento de la visita se encontraron derrames de mercurio en cinco de los ocho entables, y uno de ellos trabaja 80 horas a la semana; esto es muy preocupante porque en promedio laboran allí entre una y 12 personas, ello genera el riesgo de contaminación con mercurio. Solo tres entables tienen planes de contingencia para tratar el mercurio derramado y cinco informan que tienen tratamientos de neutralización y descontaminación en el sitio de trabajo.

Los ocho entables tienen el piso en cemento y predominan imperfecciones tales como grietas, fisuras y huecos. De otro lado, el material de las paredes es principalmente, en seis de ellos, ladrillo en obra negra (descubierto), y dos no tienen paredes. En la mayoría de los casos, no tienen zócalos, ni cuadros, ni repisas en las paredes, pero sí poseen polisombras verdes (como separadores o paredes), lo cual no es beneficioso, pues es un centro de

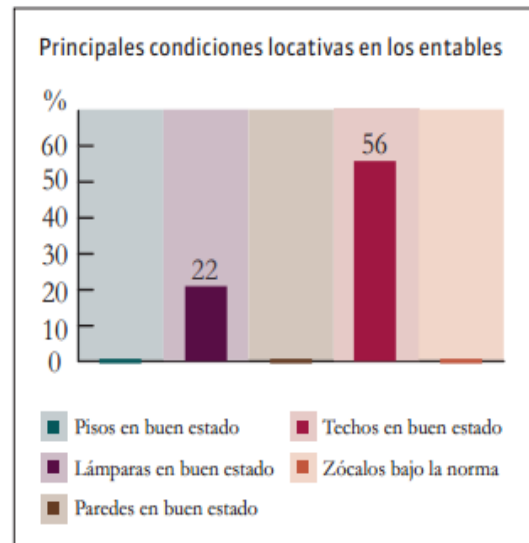


Figura 8. Principales condiciones locativas en los entables.

acumulación de mercurio. El número de lámparas oscila entre uno y seis, pero en seis de los ocho entables están en mal estado (rotas, sucias y con cables desprovistos de envolturas poliméricas, es decir pelados). En los dos entables restantes se encuentran en buen estado.

Con relación a los techos, seis de los ocho entables emplean láminas de zinc o de plástico, pero solo cinco los tienen en buen estado; uno usa madera y otro concreto. Es importante anotar que ninguno de los entables tenía fuentes de calor cercanas al sitio donde se prepara la amalgama y seis solo se dedican al procesamiento de los minerales en estos sitios de trabajo. Es igualmente importante apuntar que los ocho entables tenían ventilación natural (puertas y ventanas).

Dos entables comparten el sitio de trabajo con la vivienda, lo cual no es recomendable desde ningún punto de vista, por la posibilidad de contaminación de las demás personas que componen el núcleo familiar o de trabajo. Se puede colegir que se deben mejorar las variables locativas y ambientales como lo establecen las normas, máxime cuando un entable informó que prepara 1.800 amalgamas por semana.



Con relación a las pruebas biológicas ninguna de las ocho personas entrevistadas se las han realizado, seis de ellas consideran que el riesgo a la exposición de vapores de mercurio es mediano, una que es alto y una manifiesta que desconoce el riesgo. Seis de los entrevistados están afiliados a salud, pensión y riesgos laborales y tienen planes de contingencia en el caso de tener un accidente en el lugar de trabajo. En dos entables no están afiliados a salud, pensiones y riesgos laborales y no tienen planes de contingencia en caso de accidentes en el lugar de trabajo; argumentan que están muy lejos de la zona urbana o del caserío.

Es notable que en ninguno de los ocho entables se hayan realizado mediciones ambientales de mercurio desde el inicio en las labores de beneficio, es decir, en este proyecto sería la primera vez.

#### A MANERA DE CONCLUSIONES

- Las comunidades auríferas, específicamente las de Andes, son muy receptivas a las intervenciones realizadas por la Universidad de Antioquia; esto evidencia credibilidad y confianza en el alma máter. Este aspecto facilitó que el acompañamiento, seguimiento y asesoría continua y personalizada realizados por el equipo investigador del grupo Materiales y Preciosos (MAPRE), lograra un impacto positivo en lo relacionado con la implementación de buenas prácticas en el beneficio del oro, empleo de tecnologías limpias sin usar el mercurio, un buen desempeño con respecto a la eficiencia productiva, disminución de las emisiones y vertimientos de mercurio, así como un mejoramiento ostensible en la gestión ambiental y de salud laboral en general.
- Se formó el tejido necesario con el director local de salud, la Alcaldía y la Secretaría de Medio Ambiente para elaborar y desarrollar planes de vigilancia epidemiológica de largo aliento. También se logró crear conciencia en la comunidad minera y en la sociedad

en general sobre una verdad de Perogrullo: el mercurio sí es dañino para los seres humanos, los seres vivos y el ambiente; además, es uno de los elementos responsables del calentamiento global que atenta contra la sostenibilidad de nuestro planeta.

#### REFERENCIAS

1. Ruiz, Jairo et al. "Generalidades sobre los metales tóxicos para la vida y la salud de los seres humanos". Revista Informetal, número 55, SIMEDUA, Medellín 2006.
2. [http://es.wikipedia.org/wiki/Andes\\_\(Antioquia\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Andes_(Antioquia)). "Andes, Antioquia". Tomada el 2 de octubre de 2014.
3. <http://keomaxz.blogdiario.com/>. "Municipio de Andes, Antioquia. Las cosas más lindas de Andes". Tomada el 2 de octubre de 2014.
4. <http://www.historiadeantioquia.info/zonas/subregion-suroeste/andes-2.html>. "Andes". Tomada el 2 de octubre de 2014.
5. Carmona, María Eugenia et al. Informe ejecutivo sobre el trabajo de campo de sensibilización, asesoría técnica, capacitación y primeras mediciones ambientales de vapores de mercurio en el municipio de andes. Universidad de Antioquia y Secretaría de Minas, Gobernación de Antioquia, Medellín. Febrero de 2014.
6. Ruiz, Jairo et al. Informe sobre caracterización y análisis de las variables locativas, ambientales, de salud ocupacional y manejo del mercurio y las amalgamas en los entables y compras de oro del municipio de Andes. Universidad de Antioquia y Secretaría de Minas, Gobernación de Antioquia, Medellín. Abril de 2014.

# SMF<sup>®</sup>

**SERVIMETALES FREY**

**SERVIMETALES FREY, una fundición dedicada a encontrar soluciones adecuadas para sus necesidades.**

Somos una industria joven en el mercado con 12 años de experiencia en la fabricación de hierro. Fabricamos piezas de fundición en hierro nodular, blanco, gris y sus diferentes aleaciones.

Nos encontramos ubicados en el corazón industrial de Itagüí, Antioquia. Siempre a disposición de nuestros clientes.

Nuestro capacitado equipo de trabajo tiene a su disposición un horno de inducción eléctrica así como un laboratorio que cuenta con equipos de metalografía y de inspección de arenas. Además tenemos un taller de modelos con tecnología 3D y vasta experiencia para la fabricación de placas modelo.

Este completo equipo de trabajo y planta nos permite desarrollar piezas de alta calidad y con un terminado admirable. Sin dejar de lado el acompañamiento y la asesoría, por parte de nuestro equipo técnico altamente calificado, a cada cliente para recomendarle el mejor producto, y su composición para desarrollar cada labor necesaria de la mejor manera.



[www.smf.com.co](http://www.smf.com.co)  
Calle 32 No. 41-93  
Itagüí, Antioquia  
Tel: (574) 3227110  
Código Postal 055412  
[servimetales@smf.com.co](mailto:servimetales@smf.com.co)