

# Minería **SIN MERCURIO** ¡Mucho mejor!

**PROYECTO MERCURIO GLOBAL 2  
GMP-II**

**INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MÁS LIMPIAS EN LA MINERÍA Y LA  
EXTRACCIÓN DEL ORO ARTESANALES**



**CORANTIOQUIA**

El convenio suscrito entre la Corporación Autónoma Regional para el Centro de Antioquia CORANTIOQUIA y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), “**Proyecto Mercurio Global-2 (GMP-II) Introducción de tecnologías más limpias en la minería y la extracción del oro artesanales**” ha estado trabajando durante los años 2010- 2012 contribuyendo a la reducción del mercurio en la minería en las subregiones Nordeste y Bajo Cauca de Antioquia.

El Mercurio (Hg) es el único metal en estado líquido a temperatura ambiente, y tanto su forma elemental como la orgánica, el metilmercurio [CH<sub>3</sub>Hg]<sup>+</sup>, es un neurotóxico, nefrotóxico y genotóxico de alta peligrosidad para la vida. La transformación a metilmercurio ocurre cuando el metal entra en contacto con materia orgánica y reacciona.

En la minería aurífera es utilizado para la amalgamación. En este proceso, el oro es atrapado por el mercurio en una pulpa acuosa para formar una sustancia muy viscosa y de color blanco brillante llamada amalgama. La recuperación final del oro se realiza escurriendo y calentando la aleación, lo que produce la evaporación del mineral. Durante este proceso el mercurio se evapora quedando en el aire. En tiempos secos se desplaza con en el viento, en temporada de lluvias el Mercurio se condensa contaminando las aguas y los suelos.

## MAPA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Población Objetivo: 151.487 personas.



## PRINCIPALES ACTIVIDADES

El proyecto realizó campañas de concientización y procesos de transferencia de tecnologías más limpias para la reducción de las emisiones de mercurio procedentes de la minería artesanal a pequeña escala. A través de la formación de actores locales, demostraciones tecnológicas y apoyo en los procesos de apropiación de las tecnologías limpias.

### CONCIENTIZACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE PERSONAS

Concientización, sensibilización, capacitación y demostraciones técnicas a la población minera y las comunidades en las zonas de influencia. Las temáticas giraron en torno a mejores practicas en el beneficio de mineral de oro.

Mineros: 2200  
 Funcionarios públicos: 20  
 Comunidad educativa: 120  
 Ciudadanía en general: 800



Evento con mineros en Cáceres



Evento con mineros en Segovia

| MUNICIPIO   | TOTAL  | CABECERA | RESTO  |
|-------------|--------|----------|--------|
| 1. Remedios | 22,769 | 8,112    | 14,657 |
| 2. Segovia  | 35,071 | 28,048   | 7,023  |
| 3. Zaragoza | 26,959 | 12,602   | 14,357 |
| 4. El Bagre | 46,020 | 25,395   | 20,625 |
| 5. Nechí    | 20,668 | 10,440   | 10,228 |

Tabla 1 FUENTE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE y Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia.

## TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Se acompañaron 39 empresas mineras que instalaron y/o adecuaron sus plantas de beneficio.

La reducción de mercurio por tonelada de oro ha sido de un 54% (de 752 a 332 kilogramos de mercurio/mes)

### a. De cocos tradicionales a plantas de beneficio con molinos continuos:



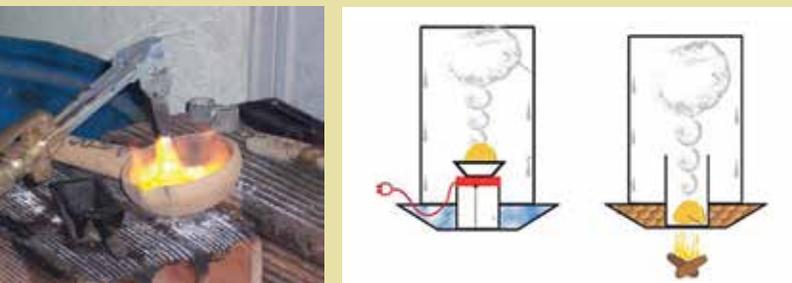
### b. De quemas a cielo abierto a circuitos cerrados de amalgamación



Quema de precipitados al aire libre

Tratamiento de precipitados

Tecnologías local, condensadores para la quema de amalgama



Quemas de amalgamas al aire libre

Condensadores artesanales para la quema de amalgama

### c. En minería aluvial, de canalones convencionales a canalones en Z



## OTRAS TECNOLOGÍAS PROMOVIDAS POR EL PROYECTO

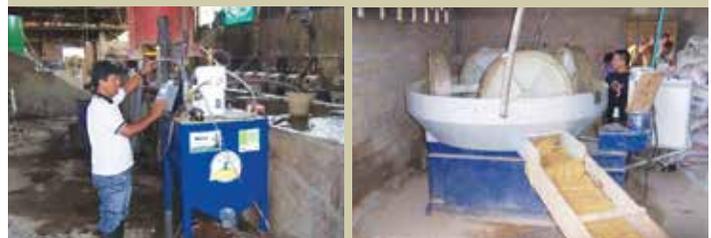
### a. Concentración gravimétrica:

El proceso consiste en la concentración de los minerales pesados por métodos de separación por gravedad o concentración gravimétrica. Se utiliza para la separación de minerales de diferentes densidades utilizando la fuerza de gravedad y la fuerza centrífuga. Se utilizan varios equipos para este proceso como Canalones de diferentes tipos y dimensiones, Mesas Vibratorias, jig, espirales, cono Reichert, concentradores centrífugo Knelson Falcon y Kelsey, el Separador de Gravedad Múltiple (MGS) Mozley. Si el oro está asociado íntimamente con los sulfuros, se debe utilizar la flotación convencional para recuperar y concentrar los sulfuros que acompañan al oro.



Mesa en canalones

Mesa de concentración



Concentradores Centrífugos

Molinos chilenos

### b. Flotación convencional de sulfuros:

Es un método fisicoquímico de concentración de minerales en suspensiones acuosas y que consiste en separar partículas sólidas "hidrofóbicas" mediante la adición de reactivos químicos. Las colas o material con bajo contenido de oro del proceso de concentración o minerales con oro fino asociado a sulfuros, se pueden concentrar con este método. Es necesario realizar una remolienda para liberar o exponer las partículas muy pequeñas de oro y llevarlas a cianuración.



Celda de flotación construida con la asesoría del GMP-2

### c. Monitoreo y seguimiento de las concentraciones mercurio gaseoso en el medio ambiente:

Para las mediciones se utilizaron los equipos Jerome 431X y Lumex RA 915+, propiedad de Corantioquia.

### d. Acompañamiento y seguimiento al proyecto de ley:

Proyecto de ley n° 185 de 2010 Senado - 038 de 2010 Cámara, “por medio del cual se establecen disposiciones para el uso de mercurio y otras sustancias tóxicas en los procesos industriales”. Actualmente se encuentra el proyecto de ley para la eliminación del mercurio en la agenda legislativa con el n°036 de 2012 Cámara de Representantes.



## DISMINUCIÓN EN CIFRAS

Las mediciones en mercurio gaseoso han sido realizadas con la metodología: técnicas de dispersión atmosférica y modelos de análisis estadísticos de Kolmogorov-Smirnov. Los puntos de medición fueron escogidos en el área urbana del municipio de Segovia según cercanía con los establecimientos de procesamiento del mineral.

## MEDICIONES DE MERCURIO GASEOSO (Jerome 431X)

| LUGARES DE MEDICIÓN EN MICROGRAMOS POR METRO CÚBICO DE AIRE ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | MARZO DE 2010 | MARZO DE 2011 | NOVIEMBRE DE 2012 |
|--|---------------|---------------|-------------------|
| Algunas calles de Segovia:   | 13.6          | 6.0           | 2.85              |
| Algunas calles de El Bagre   | 11.3          | 5.8           | -                 |
| Interior Alcaldía Segovia  | 8.0           | 0             | -                 |
| Cerca Alcaldía Bagre   | 12.0          | 5.0           | -                 |
| Colegio Diocesano  | 1.5           | 0             | 0.81              |
| Centro Comercial Segovia   | 1.0           | 3.3           | 0.50              |
| Calles frente a entables, Segovia  | 60.0          | 5.0- 8.0      | 3.38              |
| Dentro de Entables   | 943.0         | 195.0         | -                 |
| Fundición de precipitados  | 616.0         | 107.0 (11.0)  | -                 |
| Compras de oro Segovia   | 662.0         | 171.0         | 100               |
| Compras de oro El Bagre  | -             | 74.0          | -                 |
| Cuando los mineros destapan los cocos sin enfriar  | 800           | 241-316       | -                 |
| <b>CONCENTRACIONES DE MERCURIO GASEOSO EN LA ZONA URBANA DE SEGOVIA</b>                  |               |               |                   |
| Concentraciones en el aire en microgramos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                   | 1.24          | 0.94          | 0.66              |

Tabla 2  
Variaciones en la concentración de mercurio gaseoso



# COMPARACIÓN AÑOS 2010 Y 2012

Tabla 3 principales resultados y comparativos con los datos de 2009

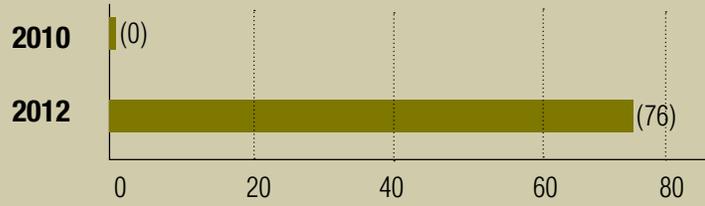
|  | <b>2010</b>       | <b>2012</b>       |
|--|-------------------|-------------------|
| Documentación de la problemática   | Escasa            | Varios documentos |
| Empleos directos generados por la minería  | Entre 20 y 25 mil | Entre 30 y 35 mil |
| Percepción de las afectaciones a la salud.   | Escasa            | Mayor conciencia  |
| Altas pérdidas de Hg en las colas de amalgamación (gr/ton)                               | 1800 - 2300       | 102-165           |
| Gramos de Hg consumido/gramo de oro producido  | 14 .5             | 7.9               |
| Gramos de mercurio que se pierden por proceso de 65 kilogramos de mineral                | 36.14             | 13.9              |
| Consumos de mercurio (g/ton) entables  | 556.6             | 225.6             |
| Numero de compras de oro en Segovia  | 30                | 50                |
| Numero de Cocos (molinos amalgamadores)  | 1971              | 2641              |
| Plantas de beneficio instaladas por los mineros  | 20                | 39                |
| Condensadores para la quema de amalgama  | 12                | 80                |
| Retortas para el tratamiento de precipitados   | 0                 | 76                |
| Procesamiento de mineral a pequeños mineros (Ton/mes) Gran Colombia Gold                 | 0                 | 12.000            |
| Entrenadores capacitados   | 0                 | 20                |
| Mercurio recuperado desde los condensadores y retortas (Ton/año)                         | 0                 | 14.2              |
| Uso de Mercurio evitado con el montaje de plantas de beneficio (Ton/año)                 | 0                 | 5.1               |
| Mercurio evitado con el beneficio mineral a los pequeños mineros (Ton/año) Colombia Gold | 0                 | 15.46             |
| Mineros que viajan a Ecuador y Perú para capacitaciones                                  | 0                 | 54                |
| Concentraciones de Hg en el aire de Segovia, en microgramos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 1.24              | 0.66              |

# PRINCIPALES AVANCES

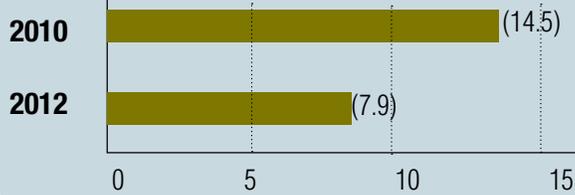
## CONDENSADORES INSTALADOS Y/O ADECUADOS (EQUIPOS)



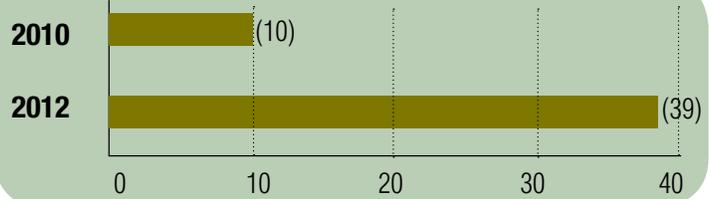
## RETORTAS PARA EL TRATAMIENTO DE PRECIPITADOS (EQUIPOS)



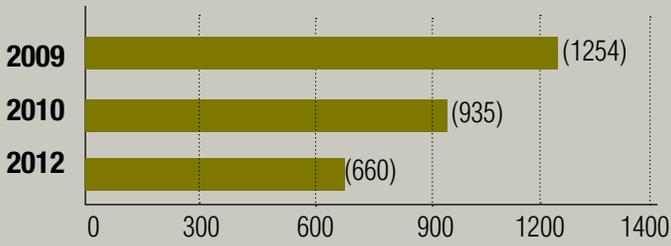
## CONSUMOS UNITARIOS DE Hg (g de Hg/g de oro)



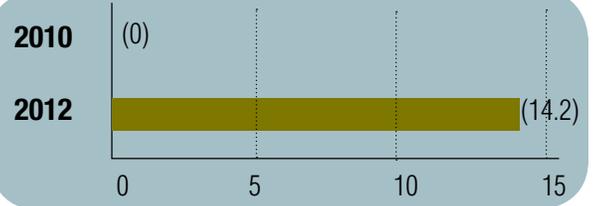
## PEQUEÑAS PLANTAS DE BENEFICIO (NUEVAS PLANTAS)



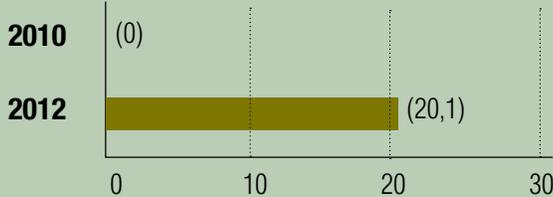
## CONCENTRACIONES DE Hg AIRE SEGOVIA ( $\eta\text{g}/\text{m}^3$ )



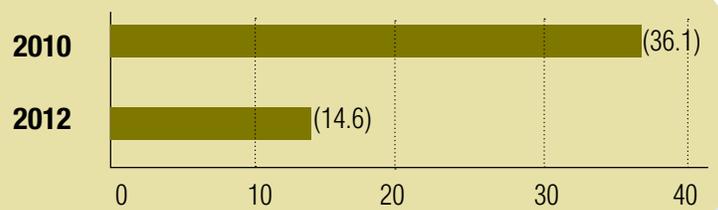
## MERCURIO RECUPERADO (Ton / año)



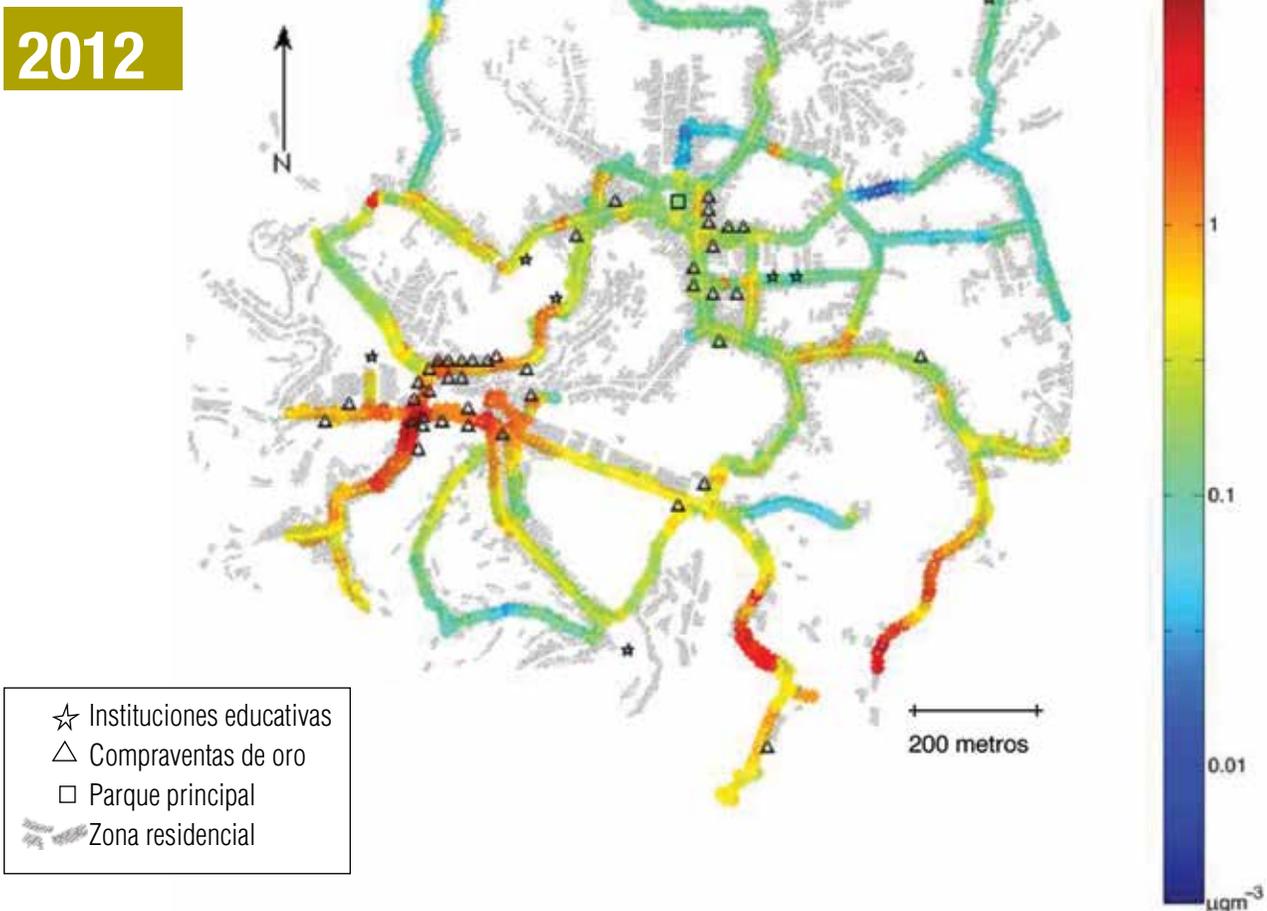
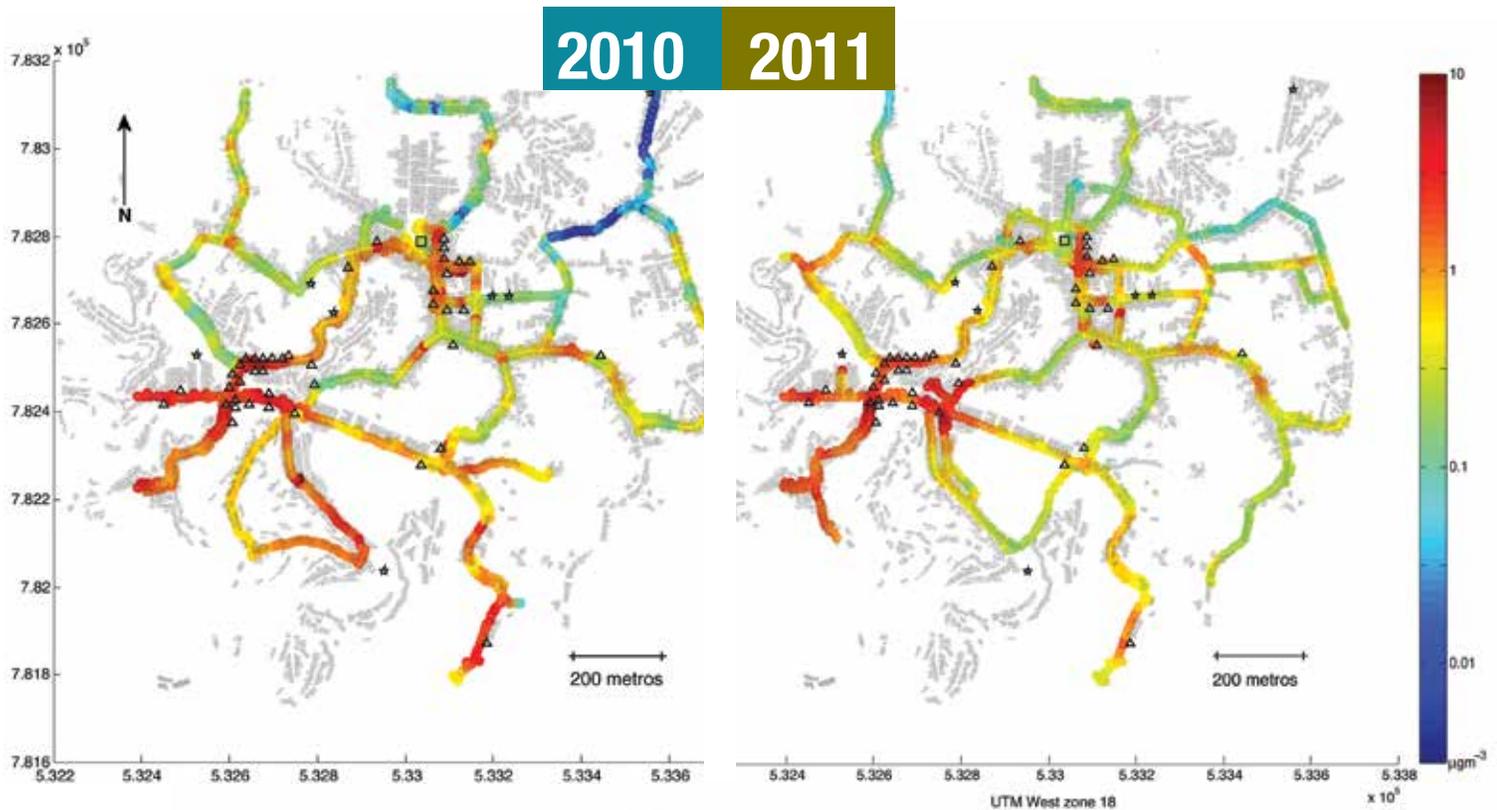
## MERCURIO EVITADO, PLANTAS DE BENEFICIO (Ton/año)



## CONSUMO DE Hg/65 Kg DE MINERAL (cap x coco) (g)



# MAPAS DE MEDICIONES COMPARATIVAS



# Minería **SIN MERCURIO** ¡Mucho mejor!

## **PROYECTO MERCURIO GLOBAL 2 GMP-II**

**INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍAS  
MÁS LIMPIAS EN LA MINERÍA Y LA  
EXTRACCIÓN DEL ORO ARTESANALES**



Calle 113 No.7-45 Of 807  
Bogotá - Colombia  
Tel (01) 6292664/65/84/85

[www.unido.org](http://www.unido.org)



**CORANTIOQUIA**

Carrera 65 No.44A - 32  
Medellín - Antioquia - Colombia  
PBX: (57-4) 493 88 88  
FAX: (57-4) 493 88 00

[www.corantioquia.gov.co](http://www.corantioquia.gov.co)