



**El Ministerio de Minas y Energía de Colombia se permite informar las iniciativas que se está adelantando y los progresos nacionales relacionados con tecnologías alternativas, así como los desafíos experimentados en materia de transferencia de tecnología.**

**En atención a este aparte y con el fin de relacionar las diferentes actividades desarrolladas por este ministerio, consideramos importante mencionar lo citado en el artículo 3° de la Ley 1658 del 2013 por medio de la cual se establecen disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en las diferentes actividades industriales del país, se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación y se dictan otras disposiciones:**

*“El Ministerio de Minas y Energía, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con el apoyo de Colciencias lideraran el desarrollo, transferencia e implementación de procesos, estrategias y medidas de reducción y eliminación del uso del mercurio al interior de su sector con la participación de los actores destinatarios de la presente ley; para tal efecto promoverán que las instituciones de educación superior desarrollen actividades de formación, investigación y proyección social, en el marco de su autonomía, a través de convenios u otro tipo de iniciativas que se orienten hacia la consecución de estos objetivos. (Subrayado fuera de texto)*

*En la medida que sea regulada la reducción y eliminación del mercurio en otras actividades industriales corresponderá al ministerio del ramo liderar al interior de su sector la implementación de las estrategias de reducción y eliminación del mercurio, basados en investigaciones realizadas por las diferentes instituciones de educación superior, las que promueva Colciencias o realice cualquier otro ente reconocido. En todo caso deberán protegerse los derechos de propiedad intelectual de acuerdo con la ley.”*

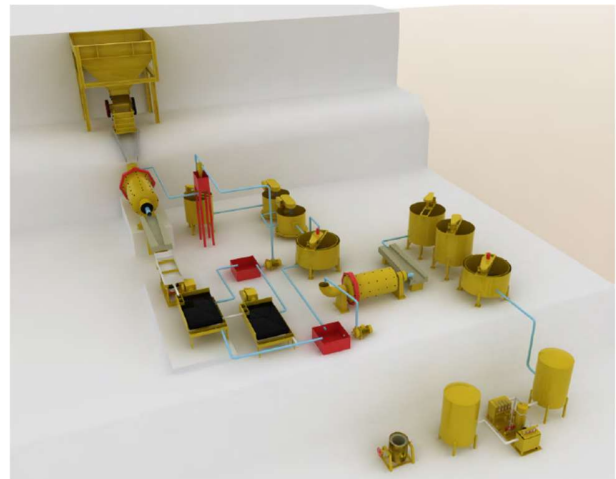
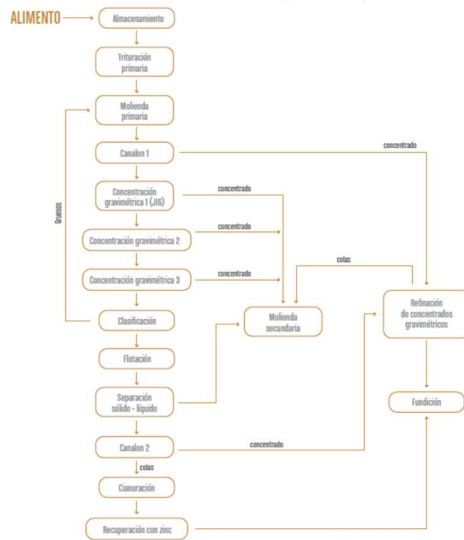
Una vez mencionado lo anterior, nos permitimos informar que este Ministerio desde la adopción de la Ley e incluso años previos a la misma ha venido trabajando en el desarrollo de tecnologías como parte de las acciones asociadas a la transferencia e implementación de procesos, estrategias y medidas de reducción y eliminación del mercurio al interior del sector minero de la siguiente manera:

Partiendo de un diagnóstico y análisis social, técnico, legal, económico y ambiental de la zona y la población minera, se procede a realizar la caracterización mineralógica que permite la formulación y gestión de tecnologías asociadas al beneficio de oro y las características propias de la región. Posteriormente, se realiza la intervención que focaliza sus acciones en la transferencia de conocimiento teórico y práctico de técnicas de producción más limpia sin uso de mercurio.



Es importante resaltar que por ser un proceso de intervención tecnológica (*basada en la ciencia y el conocimiento*), las operaciones unitarias alternativas o sustituyentes de los procesos que suelen usar mercurio, están sujetas a las condiciones mineralógicas de la materia prima (mineral procesado); sin desconocer las características propias de los procesos previos de beneficio. A continuación se muestran algunos esquemas para la recuperación de oro sin el uso de mercurio:

### Proceso de Beneficio Sugerido para Quinchía - Sector Miraflores

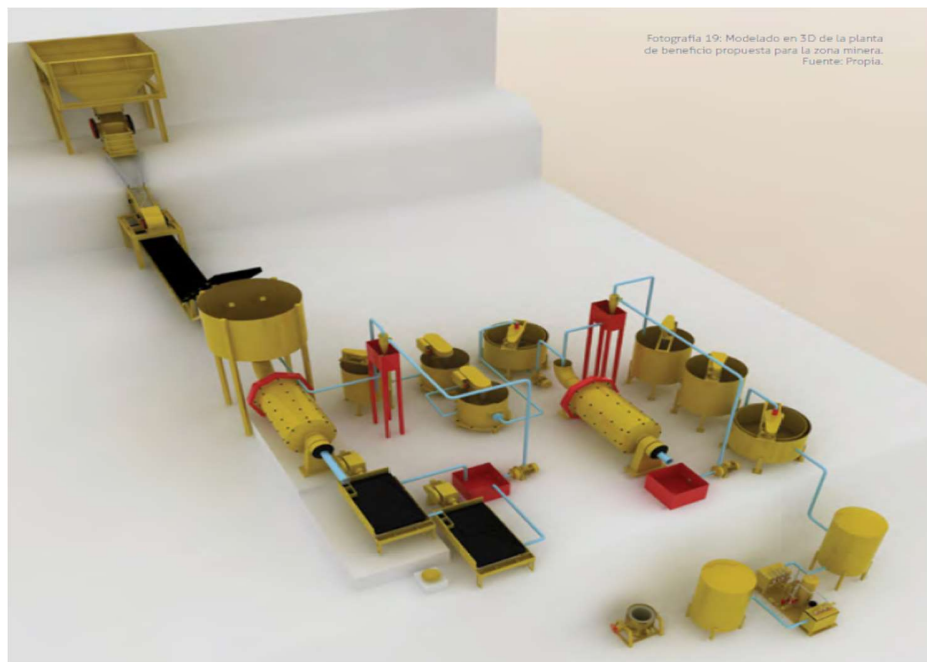
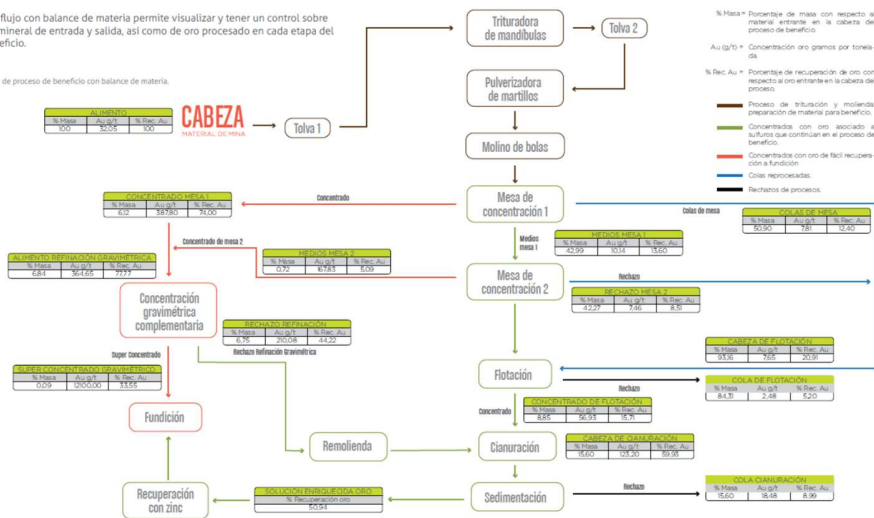


### Proceso de Beneficio Sugerido para Iquira - Huila



El diagrama de flujo con balance de materia permite visualizar y tener un control sobre la cantidad de mineral de entrada y salida, así como de oro procesado en cada etapa del circuito de beneficio.

Figura 7.3: Diagrama de proceso de beneficio con balance de materia.  
Fuente: Propia.



Entre las operaciones unitarias más comunes a utilizar para los diferentes tipos de mineralogía se hallan: trituración con molinos continuos de bolas, molinos chilenos, mesas gravimétricas y procesos de cianuración para el oro asociado. No obstante y como mencionamos anteriormente, dichas operaciones o tecnologías pueden cambiar dependiendo del tipo de mineral.





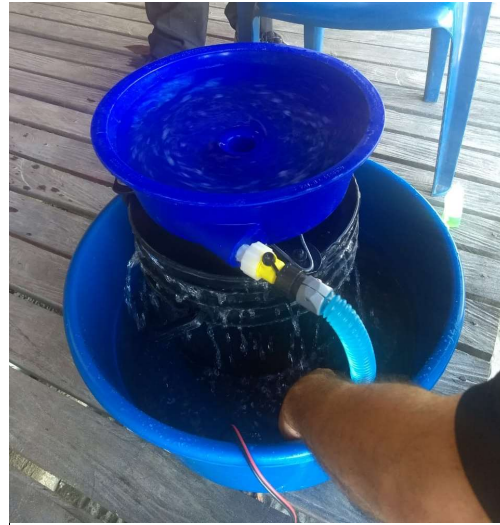
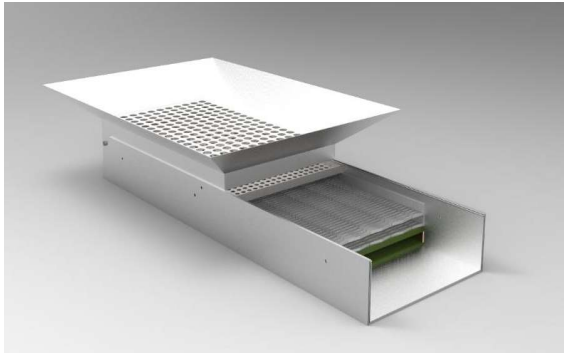
Lo anterior se ha venido desarrollando desde el año 2011 a la fecha, logrando así la intervención de cincuenta y un (51) plantas de procesamiento de mineral en ocho (8) de los principales departamentos productores de oro que trabajan amparadas por los permisos de ley. De igual manera, se han beneficiado 512 mineros y se estima haber promovido la eliminación de 4,9 toneladas de mercurio por año.

Actualmente se está realizando intervención a 20 plantas nuevas, en la transferencia de técnicas de producción más limpia sin uso de mercurio y seguimiento a las 51 plantas intervenidas por el Ministerio en vigencias anteriores.

Cabe resaltar que dichas intervenciones permiten demostrar al minero que mejorando las operaciones unitarias del proceso de beneficio, puede aumentar el porcentaje de recuperación de oro sin el uso del mercurio, garantizando con ello una mayor productividad e ingresos de su actividad.

En cuanto a la actividad de subsistencia asociada a la minería aurífera, a la fecha se ha brindado acompañamiento, capacitación y asistencia teórico práctica a 14.083 barequeros autorizados, con el fin de lograr la implementación de buenas prácticas para la separación del oro sin el uso de mercurio. Es importante aclarar que la Ley establece que las actividades de subsistencia como el barequeo<sup>1</sup> deben desarrollarse de manera manual, sin la utilización de maquinaria. Entre los instrumentos o alternativas para este tipo de actividad se hallan: el canalón y el concentrador ecológico.

<sup>1</sup> Artículo 155 de la Ley 685/2001. “**Barequeo.** El barequeo, como actividad popular de los habitantes de terrenos aluviales actuales, será permitida, con las restricciones que se señalan en los artículos siguientes. Se entiende que esta actividad se contrae al lavado de arenas por medios manuales sin ninguna ayuda de maquinaria o medios mecánicos y con el objeto de separar y recoger metales preciosos (oro) contenidos en dichas arenas. (...)”



Otros avances en aspectos de tecnologías e investigación para la eliminación del mercurio en la actividad minera son:

- *Alternativas de disposición de Relaves auríferos contaminados con Mercurio*

El Ministerio de Minas y Energía con el apoyo del *Centro de Investigación de Metalurgia Extractiva - CIMEX* de la Universidad Nacional de Colombia durante el año 2017, determinaron las propiedades y alternativas para la disposición final de relaves auríferos contaminados con mercurio. En el marco de este convenio se realizó la caracterización de los relaves auríferos para la recuperación de mercurio, amalgama fina, oro residual, y sulfuros minerales con contenido de metales pesados; como son: plomo, arsénico, cobre, zinc y otros. También se presentaron alternativas para la disposición final de relaves caracterizados, de acuerdo con las condiciones climáticas, geográficas y geológicas. El proyecto se desarrolló en catorce (14) plantas de beneficio aurífero en los departamentos de: Antioquia, Nariño, Cauca y Bolívar.

- *Implementación y capacitación en la tecnología de lixiviación de concentrados y Electroquímica.*

El Ministerio de Minas y Energía con el apoyo del *Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo de Materiales – CIDEMAT* de la Universidad de Antioquia, se encuentra implementando a tamaño escala, la investigación sobre la tecnología de lixiviación con tiosulfato de sodio y electroquímica como alternativa ambiental



que elimina el uso del mercurio en los procesos de beneficio de oro para algunos minerales en los cuales no es efectiva la utilización de cianuro.

Este proyecto se encuentra en ejecución y busca validar el control de variables de producción industrial para una planta con capacidad de 600 kg/semana de mineral beneficiado.

- *Construcción de Guías Metodológicas para el mejoramiento productivo del beneficio de oro sin el uso de mercurio basado en los depósitos*

El Ministerio de Minas y Energía con el apoyo del Servicio Geológico Colombiano y el *Grupo de Investigación de Caracterización Tecnológica de Minerales* de la Universidad Nacional de Colombia y fundamentados en la generación conocimiento y el respectivo análisis geológico, metalúrgico, mineralógico y fisicoquímico de los yacimientos que proveen el mineral para los procesos de beneficio correspondiente a las zonas priorizadas, desarrolla la elaboración de diez (10) documentos técnicos que permiten orientar a la población minera asociada a dichos yacimientos, en la adopción de operaciones y tecnologías que se focalizan en generar un mejor aprovechamiento y procesamiento del mineral sin el uso de mercurio. Dichas guías contendrían además aspectos económicos y ambientales asociados a la orientación técnica que deben tener los mineros de cada zona.

## RETOS

### Regularización y fortalecimiento institucional

- Apoyar y fomentar mecanismos que permiten a la comunidad cumplir con los requisitos necesarios para ejercer la actividad minera.
- Fomentar el apoyo y articular la gestión por parte de las autoridades locales y regionales para la búsqueda de nuevas acciones enfocadas a la eliminación del mercurio (planes municipales; planes departamentales; proyectos de regalías entre otros)

### Gestión para el conocimiento

- Ampliar el conocimiento geológico y metalúrgico para un mejor ejercicio en los procesos de beneficio y recuperación de oro.
- Establecer mecanismos eficientes para la transferencia, apropiación e implementación del conocimiento generado (pequeña minería y de subsistencia)
- Generar en la población minera, la necesidad de inclusión de personal técnico y profesional en el desarrollo de sus actividades.



- Fortalecer el conocimiento en la cadena de comercialización del oro y el uso de herramientas que reducen la intermediación y permiten un mejor precio al productor. (trazabilidad)

## Gestión para el Cambio

- Definir y promover nuevos mecanismos que faciliten el financiamiento tecnologías para la recuperación de oro.
- Fomentar cadenas de suministro que se focalicen en exigir el cumplimiento de debida diligencia (compradores y productores certificados)

## Educación y Comunicación

- Establecer canales de comunicación que permitan el acceso a información confiable y oportuna.
- Promoción de experiencias exitosas durante la implementación de tecnologías limpias en la recuperación de oro.
- Implementación de un plan de medios que permita comunicar de manera persuasiva y asertiva a las autoridades y mineros sus roles y competencias en la eliminación del uso de mercurio.