

INFORME DE CONSULTORÍA:

Análisis de la normatividad vigente para la concentración de mercurio en aire, líquidos y sólidos como seguimiento a la asimilación e incorporación de la política pública de sustitución de mercurio: caso de estudio La Elsy Ltda

Carlos Fernando Vergel Zapata

Docente consultor del grupo de investigación GICBA de las Unidades
Tecnológicas de Santander

Bucaramanga, Septiembre de 2018

Contenido

1. Resumen	3
2. Objetivos de la consultoría	4
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
3. Resultados y productos	5
3.1. Resultados de la consultoría.....	5
3.1.1. Análisis de la calidad del aire.....	5
3.1.2. Análisis de la calidad del agua.....	5
3.1.3. Análisis de la calidad del suelo	6
3.1.3.1. Obsevaciones de los resultados relacionados con el recurso suelo	6
3.2. Resultados alcanzados.....	9
4. Conclusiones y recomendaciones	10

1. Resumen

El informe que se presenta a continuación corresponde al cierre de la consultoría análisis de la normatividad vigente para la concentración de mercurio en aire, líquidos y sólidos como seguimiento a la asimilación e incorporación de la política pública de sustitución de mercurio: caso de estudio La Elsy Ltda, realizada en la empresa LA ELSY LTDA, y tiene como propósito presentar los resultados y el cumplimiento de los objetivos. La ejecución de ésta, se desarrolló entre el 12 de Septiembre hasta el 17 de Septiembre del año 2018 según acuerdo de cooperación firmado por las partes.

La extracción de minerales preciosos en minas auríferas se ha ido tecnificando a través de los tiempos por causa del impacto ambiental que generan sus procesos. Anteriormente estaba legalizado la extracción de oro y plata haciendo uso del mercurio como reactivo principal. En el transcurso del tiempo se han realizado estudios sobre los efectos del uso del mercurio y se identificó como una sustancia tóxica ambiental que genera un impacto en la salud humana. A raíz de esta información el gobierno nacional de Colombia expide la ley 1658 de 2013 para la reducción y eliminación del uso del mercurio con un plazo de cinco años para actividades mineras. La empresa La Elsy Ltda es una mina aurífera que al inicio de su operación utilizó el mercurio para la captación de oro libre. Pero a pesar de que la ley 1658 fue expedida en el año 2013, la empresa desde el año 2005 ya había erradicado el uso de mercurio en la planta de producción debido al proceso de tecnificación, cuidado del medio ambiente y salud de sus trabajadores.

De acuerdo a la ley 1658 de 2013, el presente año vence el plazo para la erradicación del uso del mercurio en la industria minera, por esta razón la empresa Unión Temporal Eliminación Mercurio (UTEM) suscrita con el Ministerio de Minas monitorea las plantas de beneficio aurífero del país para la certificación de empresas en el no uso de mercurio. El día 17 de Marzo de 2018 la empresa UTEM realizó la visita a la empresa La Elsy para la certificación del no uso del mercurio mediante un diagnóstico ambiental íntegro de la planta de beneficio de oro, evaluando los componentes aire, agua, suelo, manejo de residuos y manejo de químicos. Finalizado el diagnóstico ambiental, la empresa UTEM emite un informe detallado de la visita. En el aire y líquido los resultados obtenidos demostraron el no uso de mercurio en la planta, pero en el sólido se encontró la presencia de trazas de mercurio, donde la empresa UTEM emitió un diagnóstico negativo, afirmando que la empresa La Elsy Ltda no es limpia para su certificación. Teniendo en cuenta que la empresa La Elsy no utiliza mercurio desde hace 12 años y que está en la búsqueda de su certificación como minería limpia, la presente consultoría científica se enfocó en evaluar e identificar los criterios y normas ambientales que se basó la empresa UTEM para dar su diagnóstico. Finalmente luego de investigaciones realizadas a normas ambientales nacionales e internacionales y al análisis del informe escrito por la empresa UTEM, se encontraron hallazgos que presentan discrepancias en las conclusiones del informe, aplicaciones erróneas y arbitrarias en las normas ambientales para el control de mercurio en sólidos. Ya realizado la consultoría y emitido el documento, la empresa UTEM analiza el informe y rectifica sus conclusiones, emitiendo un nuevo informe en el cual certifica la empresa La Elsy Ltda como una minería limpia en el no uso de mercurio durante los procesos de obtención de oro y plata.

2. Objetivos de la consultoría

2.1. Objetivo General

Demostrar el cumplimiento de la empresa La Elsy Ltda en el no uso de mercurio mediante el análisis y comparación de la normatividad ambiental vigente aplicada en aire, líquidos y sólidos frente a los resultados obtenidos por la empresa UTEM.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar los resultados obtenidos de las muestras y monitoreos realizados por la empresa UTEM durante la visita a la empresa La Elsy Ltda.
- Comparar los límites permisibles del uso del mercurio descritos en las normas ambientales nacionales e internacionales frente a los resultados obtenidos por la empresa UTEM durante el monitoreo realizado a la empresa.
- Evaluar las evidencias, metodologías de análisis y criterios seleccionados por la Empresa UTEM en la elaboración del diagnóstico ambiental de la empresa La Elsy.
- Sustentar y valorar la minería limpia de la empresa La Elsy Ltda en el cumplimiento del no uso de mercurio durante los procesos de extracción de oro y plata.

3. Resultados y productos

3.1. Resultados de la consultoría

A seguir se realiza una serie de observaciones de las evaluaciones realizadas por la empresa UTEM en los recursos aire, agua y suelo, enfocado en el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y de las medidas de manejo sugeridas en la guía Minero Ambiental para el beneficio o transformación, del Ministerio de Minas y Energía y el ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dichas observaciones demuestran la discrepancia entre las conclusiones descritas en el informe general de la empresa UTEM y las labores que se han realizado en la empresa La Elsy Ltda. Empresa que se ha esforzado a realizar una minería limpia en pro del cuidado del medio ambiente y la salud humana.

3.1.1. Análisis de la calidad del aire

La empresa UTEM en el cumplimiento del componente ambiental del uso del mercurio en la planta de beneficio de la empresa La Elsy, analizó el recurso aire utilizando una metodología de detección en tiempo real mediante un equipo portátil que mide la concentración de mercurio en el aire denominado equipo Lumex, lo cual permite un nivel mínimo de detección de $0,1\mu\text{g Hg/m}^3$ (100 ng Hg/m^3). El Lumex fue utilizado en diversos puntos de la planta. La Tabla 1 a seguir presenta las concentraciones de mercurio analizados en la planta por la empresa UTEM.

Tabla 1. Análisis de la calidad del aire

Descripción punto	Valor Lumex	Límite de la norma
Zona de Oficinas	$< 100\text{ ng/m}^3$	1000 ng/m^3
Zona Taller	$\approx 200\text{ ng/m}^3$	
Zona Molino Canalones	$\approx 300\text{ ng/m}^3$	
Zona Mesas	$< 100\text{ ng/m}^3$	
Zona Tanques de Colas	$\approx 400\text{ ng/m}^3$	
Entorno cercano	$\approx 300\text{ ng/m}^3$	

Basado en los resultados mostrados en la anterior tabla encontrados por el medidor Lumex, la empresa UTEM manifestó que el detector de mercurio en el aire no muestra la presencia del reactivo, ya que según la resolución 2254 del 01 de Noviembre de 2017 capítulo 1 artículo 4 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible considera la concentración de 1000 ng/m^3 de Hg como nivel máximo permisible para contaminantes tóxicos en el aire, concentración que comenzó a regir el 01 de Enero de 2018.

3.1.2. Análisis de la calidad del agua

En el análisis del recurso agua realizado por la empresa UTEM, se tomaron 2 muestras líquidas para la detección de la presencia de mercurio con el ánimo de identificar el tipo de aporte positivo o negativo que realiza la planta a las aguas del proceso. Esta muestra fue analizadas antes y después de ser filtrada utilizando un filtro micropore de 0,45 micras

que permite dar una mejor idea de los elementos químicos en suspensión y en solución. La Tabla 2 a seguir muestra el resultado del análisis realizado por la empresa UTEM a las 2 muestras líquidas tomadas en la empresa La Elsy Ltda.

Tabla 2. Análisis de la calidad del agua

Descripción	Efluente Filtrado (ppb)	Eluente no Filtrado (ppb)	Límite Norma (ppb)
Efluente de la emprs La Elsy	0,021	---	2,0
Agua entrante en el proceso	---	---	2,0

Basado en el resultado mostrado en la Tabla 1 sobre la presencia de mercurio en el efluente final y las aguas del proceso que utiliza la empresa La Elsy, la empresa UTEM concluye que la concentración de mercurio en el líquido está dentro del límite permisible (2,0 ppb de Hg) cumpliendo así la norma nacional descrita en la Resolución 0631 del 17 de Marzo de 2015.

3.1.3. Análisis de la calidad del suelo

El análisis del recurso del suelo realizado por la empresa UTEM fue mas minucioso, tomaron 5 muestras sólidas del mineral en diferentes puntos del proceso de extracción aurífero de la empresa La Elsy. Estas muestras fueron analizadas por el método de vapor frío, metodología aceptada para el análisis de mercurio en muestras sólidas. Los resultados de la concentración de mercurio en las muestras seleccionadas se muestran en la Tabla 3 a seguir:

Tabla 3. Análisis de la calidad del suelo

Descripción	Mercurio (ppb)
Alimentación antes del molino	321,0
Alimentación después del molino	248,0
Concentrado mesa #1	1720,0
Concentrado mesa #2	1830,0
Relave Final	2030,0

La tabla anterior muestra los resultados arrojados para la detección de mercurio en muestras sólidas en donde la empresa UTEM concluyó que la empresa La Elsy Ltda no es limpia para la certificación en el no uso del mercurio durante sus procesos de extracción aurífera.

3.1.3.1. Obsevaciones de los resultados relacionados con el recurso suelo

Antes de que un sólido sea declarado contaminado por mercurio se requiere establecer la calidad a través de la determinación de la concentración del reactivo y posteriormente su comparación con las normas vigentes nacionales que establezcan los límites máximos permisibles para la no contaminación. En Colombia en la actualidad no se cuenta con criterios y estándares de calidad para medir la contaminación por metales pesados en muestras sólidas, por esto se hace necesario aplicar lineamientos ambientales internacionales con el fin de evaluar la incidencia de los metales pesados como

contaminante de una muestra sólida, contribuyendo de esta forma a garantizar una producción aurífera limpia y una sostenibilidad ambiental. La empresa UTEM en el informe emitido confirma la no existencia de la norma ambiental en Colombia para el análisis de metales pesados en sólidos, por esta razón selecciona una de las 2 guías existentes de la CCME (consejo Canandiese de Ministros del Ambiente, pos sus siglas en inglés) la que aplica para sedimentos basada en la protección de la vida acuática y sus respectivos límites con el fin de elaborar la conclusión que muestra a la empresa La Elsy en contra del cuidado medio-ambiental.

La inexistencia de normas ambientales nacionales se debe seguir lineamientos internacionales, pero no existe una norma o ley que obligue a regirse por una norma específica de las muchas existentes. La empresa Unión Temporal Eliminación de Mercurio (UTEM) aplicó una de las normas mas estrictas a nivel internacional en el control de la concentración de metales pesados presentes en muestras sólidas, la descrita en la CCME. Además la CCME presenta dos normas diferentes: una para suelos basada en la protección del medio ambiente y salud humana y otra mas estricta para sedimentos basada en la protección de la vida acuática, siendo que las muestras seleccionadas son minerales extraídos del tunel que corresponden a análisis de suelos. Las muestras sólidas tomadas en la empresa La Elsy Ltda corresponden al mineral extraído del tunel ubicado en galerías, dando a entender que el análisis de las muestras sólidas son caracterizaciones realizadas a suelos y no a sedimentos que se ubican en quebradas y rios. Los sedimentos se presentan en las regiones donde hay acumulación de sólidos a través del tiempo en una escorrentía de agua. Las muestras fueron tomadas en puntos donde no existe acumulación de sólidos de larga duración sólo segundos, los sólidos caen bajo una pendiente diseñada en cada parte de la planta pasando por diferentes equipos concentradores con el fin de dar un proceso continuo a la producción.

A seguir se presentan algunas normas internacionales encontradas, que muestran los límites máximos permisibles con el fin de determinar si se establece un impacto ambiental por la contaminación de mercurio en los suelos generado por la actividades antropogénicas. Estas normas pueden ser aplicadas para la certificación de la empresa La Elsy en el no uso del mercurio. En la mayoría de los países se han establecido concentraciones límite de metales pesados en suelos. La Tabla 4 presenta lo valores máximos de concentración de mercurio permitidos en lodos y suelos aplicados a la unión europea (UE), Estados Unidos (EPA), Australia y Chile con sus respectivas normas.

Tabla 4. Límites máximos de concentración de mercurio en diferentes países

Metal	Chile ¹		UE ²		EPA ³	Australia ⁴
	Suelos frutales	Suelos degradados	Suelos pH<7	Suelos pH>7		
Hg (ppb)	10000	20000	16000	25000	840000	15000

¹Norma lodos Nch2952c-2004 (NN,2004); ²Directiva 86/278/EEC (marmo, 2003); ³ Norma 503-40 CFR/1993 (US EPA, 1993); Norma Australian Standard AS 4454-1999 (ARMCANZ/ANZECC, 2000)

Como se podrá observar en la anterior tabla, las concentraciones máximas de mercurio en los lineamientos internacionales de calidad del suelo de los países que corresponden a Chile, Unión europea, Estados Unidos y australia están por encima de las encontradas en los diferentes puntos de la empresa La Elsy Ltda mostradas en la Tabla 3, demostrando así y certificando a la empresa el cumplimiento de la norma en el no uso del mercurio.

En México, los criterios y límites máximos para la determinación de suelos contaminados por metales pesados son basados en la norma NOM-147-SEMARNAT/SAA1-2004. La Tabla 5 presenta los valores para el mercurio.

Tabla 5. *Límites máximos de concentración de mercurio por tipo de uso de suelo*

Contaminante	Uso agrícola / residencial / comercial (ppb)	Uso Industrial (ppb)
Mercurio	23000	310000

La Tabla 5 muestra las concentraciones máximas de mercurio en los lineamientos de calidad del suelo del país de México, donde comparándose con los resultados encontrados en los diferentes puntos de la planta de la empresa La Elsy mostrados en la Tabla 3, se certifica el cumplimiento de la norma en el no uso del mercurio.

En Canadá existen dos guías de la CCME (Consejo Canadiense de Ministros del Ambiente por sus siglas en inglés) que describen los límites máximos permisibles de mercurio para suelos y para sedimentos (ver Tabla 6 y 7 respectivamente).

Tabla 6. *Límites máximos de mercurio en suelos para la protección del medio ambiente y la salud humana*

Nombre Químico	Concentración (ppb) Agricultura	Concentración (ppb) Residencial	Concentración (ppb) Comercial	Concentración (ppb) Industrial
Mercurio CASRN 7439976	6600	6600	24000	50000

La Tabla 6 muestra las concentraciones máximas de mercurio en los lineamientos de calidad del suelo presentados por la CCME donde comparándose con los resultados encontrados en las diferentes muestras sólidas de la empresa La Elsy mostrados en la Tabla 3 da cumplimiento de la norma en el no uso del mercurio.

Tabla 7. *Límites máximos de mercurio en sedimentos de algunos metales para la protección de la vida acuática*

Nombre Químico	Concentración (ppb) Agua Fresca	Concentración (ppb) Agua marina
Mercurio CASRN 7439976	170 - 486	130 - 700

La Tabla 7 presenta la norma más estricta de todas las normas consultadas en el presente informe y es la única donde la empresa La Elsy Ltda no cumple con el certificado en el no uso del mercurio. Además dicha norma es aplicada para sedimentos, que ya descrito anteriormente no es aplicado a las muestras sólidas tomadas en la empresa La Elsy ya que no corresponden a sedimentos si no a suelos, esto quiere decir que si la empresa UTEM desea registrarse por las guías canadienses de la CCME, debe seleccionar la guía para suelos y no para sedimentos.

3.2. Resultados alcanzados

El presente informe realizado por la consultoría científica a la empresa La Elsy Ltda donde se manifestó diferentes inquietudes e interrogantes sobre la evaluación en el no uso del mercurio por parte de la empresa UTEM, este informe fue enviado a dicha empresa para su análisis. A raíz de esto la empresa respondió:

- De acuerdo a la visita realizada, a las lecturas con el equipo Lumex no se registró actividad (uso) de mercurio y también por el análisis de las aguas de salida que arroja un contenido de mercurio, si bien bajo, existente.
- Los valores reportados por el laboratorio (a través de las muestras sólidas), si bien son relativamente bajos proveen un hecho irrefutable de la existencia de mercurio en el proceso por el pasado 12 años atrás (aún cuando éste sea por aporte indirecto) y que está afectando de manera directa los resultados de los análisis. **Por lo anterior se considera consecuente cambiar la parte de la evaluación, sugiriendo que la planta de la empresa La Elsy es avalada y certificada como planta limpia respecto al no uso del mercurio.** Todos los cambios anteriores se incorporarán en el documento del informe final, el cual se encuentra en su etapa de finalización y que debe ser entregado al Ministerio el día 12 de Octubre de 2018

4. Conclusiones y recomendaciones

El informe general emitido el 10 de Septiembre de 2018 por la empresa Union Temporal Eliminación del Mercurio (UTEM) en el análisis de la calidad del recurso aire, reporta que la empresa La Elsy Ltda está en condiciones normales, concluyendo la no utilización del mercurio por parte de la empresa, lo que fue corroborado con la información capturada por el equipo Lumex, que detectó concentraciones bajas de mercurio en el aire, por debajo de los niveles establecidos en la resolución 2254 del 01 de Noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

En el análisis del recurso agua, la empresa UTEM manifiesta el cumplimiento de la empresa La Elsy Ltda con la certificación del no uso del mercurio ya que se encuentra por debajo de los niveles de concentración de mercurio en muestras líquidas respecto a la resolución 0631 de 2015.

En el análisis del recurso suelo, la empresa UTEM manifiesta el no cumplimiento de la empresa La Elsy Ltda con la certificación del no uso del mercurio, por causa de los resultados en las concentración de mercurio en muestras sólidas, donde se comparó con la guía canadiense CCME específicamente para sedimentos mostrando así valores por encima de la norma, a pesar de que anteriormente certifica el cumplimiento en el no uso del mercurio analizando el recurso aire y el recurso agua. Por causa de la no existencia de la normatividad colombiana en relación a los límites máximos permitidos de metales pesados en muestras sólidas, se hace necesario la comparación de los resultados con normatividad internacional, sin embargo, hay que tener en cuenta que existen diferentes normas en todos los países donde Colombia puede utilizarlas bajo diversos criterios como: la norma EPA 503-40 CFR/1993 aplicada en Estados Unidos, la norma de Chile para lodos Nch2952c-2004, la norma que rige la unión europea Directiva 86/278/EEC, la norma Australian Standard AS 4454-1999 y la NOM-147-SEMARNAT/SAA1-2004 aplicada en México, estas son algunas normas consultadas en el presente informe donde la empresa La Elsy Ltda cumple con los límites permisibles respecto a la concentración de mercurio en muestras sólidas.

La norma ambiental canadiense CCME utilizada por la empresa UTEM para evaluar a la empresa La Elsy en muestras sólidas, se seleccionó erróneamente, ya que es aplicada para sedimentos y en este caso no es aplicable para el diagnóstico ambiental de los procesos de extracción aurífera por galerías, considerando que el material sólido analizado no puede referirse como sedimentos de un ecosistema acuático, visto que son parte de un proceso de transformación granulométrica (trituration y molienda) por parte del mineral o roca presente en el suelo extraído de las galerías. Adicionalmente estos sólidos son retenidos en etapas posteriores del proceso y depositados en los tanques sedimentadores de la planta, evitando el ingreso al cauce de la quebrada. Por todas estas razones la guía ambiental de la CCME que se aplica en este caso de estudio es la de suelos que según sus límites máximos permisibles en la concentración de mercurio, la empresa La Elsy cumple con la certificación en el no uso del mercurio durante el proceso de extracción aurífera.

Respecto a la presencia de mercurio en las muestras sólidas, se recomienda a la empresa La Elsy Ltda, analizar periódicamente el agua una vez cada dos meses durante un año, específicamente para determinar mercurio total y mercurio disuelto, como también analizar dos veces al año los sólidos en los mismos puntos donde la empresa UTEM los

tomó y así demostrar que la presencia de trazas de mercurio en los sólidos es causado por agentes externos a los procesos de la planta de producción. Dichos análisis pueden ser llevados acabo en laboratorios locales.