

# **En la Búsqueda de la Minería Sostenible: El Caso de la Comunidad de Maconí, Qro.**

**Víctor Quezada<sup>1</sup>, Ricardo Marín<sup>1</sup>, Federico Vogel<sup>1</sup>, Martín Caudillo<sup>1</sup>, Juan José Martínez<sup>1</sup>, Blanca H. Sánchez<sup>2</sup>, Andrés Torres<sup>2</sup> y Carlos Saldaña<sup>2</sup>**

**1 Profesores de Tiempo completo en la Universidad de Guanajuato,  
2 Alumnos de la carrera de Ingeniería de Minas de la Universidad de Guanajuato.**  
(vmqa@ugto.mx)

## ***Resumen.***

El paradigma del desarrollo sostenible se ha instaurado en todas las actividades desarrolladas por el ser humano, por ende la minería es otra actividad más que debe incorporar a través de acciones dicho concepto a su proceso productivo en todas y cada una de las diferentes etapas en que se desarrolla. Se puede decir que hay tres principales partes involucradas en dicho proceso en nuestro país que son la industria minera que pretende desarrollar un proyecto, en segundo lugar las comunidades dentro de las que se desarrollará el proyecto o cercanas al mismo y el tercero es el gobierno, quien es el responsable de regular la actividad en materia ambiental. En principio sería deseable que las tres partes trabajaran coordinadamente para lograr el mejor aprovechamiento de los recursos del lugar de interés, sin embargo en México esto no ocurre así. Ha sido lo más común, aunque no la regla, el que las comunidades se enteran hasta que inicia el proyecto, en muchas ocasiones siguen desarrollándose proyectos mineros sin la anuencia y permisos correspondientes del gobierno y la industria minera en la medida de lo posible trata de reducir la parte ambiental a cumplir requisitos exigidos por el gobierno y darle la figura de mero trámite a todo lo que tiene que ver con el tema del medio ambiente. La actividad minera, igual que el resto de las desarrolladas por el ser humano tiene una interrelación muy estrecha con el entorno o medio donde se lleva a cabo. El presente trabajo presenta el caso de una comunidad cercana a una industria minera y en la que sus pobladores consideran que son afectados por la empresa minera en la que trabajan; consideran que los daños son tanto a nivel personal como sobre los recursos que aprovechan para su sobrevivencia. Desde la perspectiva de los pobladores las autoridades están en contubernio con la empresa.

El presente trabajo pretende mostrar como los diferentes involucrados pueden tener en parte razón, más hay bastante más por hacer y la coordinación de acciones encaminadas a llevar a cabo el aprovechamiento de los recursos de manera sustentable lo demanda. No se puede esperar un cambio real sin que las tres partes acepten que en algo tendrán que ceder.

## **ABSTRACT**

The paradigm of sustainable development has been established in all the activities developed by the human being, so mining is another activity that must incorporate through actions that concept to its production process in each and every stages in which it develops. It can be said that there are three main parties involved in this process in México that are the mining industry that intends to develop a project, secondly the communities within which the project will be developed or close to it and the third is the government,

who is responsible for the environmental regulations applied to activity. In principle, it would be desirable for the three parties to work in a coordinated way to achieve the best use of the resources of the place of interest, but in México this does not happen. It's been the most common, although not the rule, that communities find out until the project starts, in many cases mining projects are developed without the consent and corresponding permissions of the government and mining industry as far as possible deals with to reduce the environmental part to fulfill requirements demanded by the government and to give the figure of mere processing to everything that has to do with the subject of the environment. The mining activity, like others developed by the human being has a very close relation with the surroundings or means where it is carried out. The present paper presents the case of a community close to a mining industry and in which its inhabitants consider that they are affected by the mining company in which they work; they consider that the damages are both on a personal level and on the resources that they use for their survival. From the perspective of the settlers the authorities are in collusion with the company.

The present paper aims to show how the different stakeholders may be partly right, but there is a lot more to do and the coordination of actions aimed at achieving the sustainable use of resources demands. Real change can't be expected without the three parties agreeing that they will have to give in to something. (Something's Gotta Give)

## **1.0 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO**

El concepto de impacto ambiental se refiere a toda acción o actividad que produce una alteración, considerada como favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de sus componentes. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales, Conesa, (2010). El término impacto no implica negatividad ya que éstos pueden ser tanto Positivos como negativos. En la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Impacto ambiental se define como una "Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza". La mayor parte de las actividades desarrolladas por el hombre afectan el medioambiente en mayor o menor grado, (Oyarzun, Higuera & Lillo, 2011, p. 4).

Sin duda la minería es una de las actividades con mayor potencial para afectar al medioambiente; más sin embargo no es la única, el crecimiento de la actividad industrial, las actividades agrícolas y el desmedido crecimiento de la población humana y su aglomeración en grandes urbes son sin duda generadores de impactos significativos, sobre todo en cuanto a la superficie afectada, los efectos de contaminación y agotamiento de fuentes potables de agua y a la pérdida en biodiversidad.

El presente trabajo presenta el caso de una comunidad, que igual que muchas otras está ubicada en las cercanías de una industria minera y en la que sus pobladores se encuentran en una disyuntiva por obtener ingresos derivados de la actividad minera misma, más sin embargo se ven afectados a través de la misma actividad por los daños

y desequilibrios que la minería causa sobre los diferentes factores ambientales y que afectan otras actividades desarrolladas por los pobladores y donde desde su perspectiva las autoridades están en contubernio con la empresa, por lo que no le exigen que cambie la situación y tampoco la sancionan si es que esta no cumple con sus obligaciones en materia ambiental.

El objetivo del presente trabajo es mostrar hechos que quizás den una idea de la razón por la cual el logro del Desarrollo Sostenible en la minería, y en específico en la Comunidad de Maconí, Qro., no es una tarea fácil.

## **2.0 DESARROLLO DEL TRABAJO**

En la década de los sesentas del siglo XX empiezan a surgir movimientos a nivel mundial en franca oposición a lo establecido, la percepción del daño causado a la naturaleza, el dominio de la ciencia sobre esta, la forma en que es entendido el progreso y como señala Enrique Leff, “La crisis ambiental irrumpe en los años 60 y 70 del siglo xx como una crisis del conocimiento que ha construido un mundo insustentable. De esa crisis emerge un saber ambiental que cuestiona el modelo de racionalidad de la modernidad. Es un llamado al cambio, a repensar el camino en busca de transformar el paradigma existente en ese momento modificando los valores de la sociedad, a lograr satisfacer sus demandas básicas siendo conscientes de que los recursos se deben aprovechar en función de su disponibilidad (**capacidad de carga**).

Desde el paradigma del Ecodesarrollo, el medio ambiente es una alternativa diferente para lograr el desarrollo deseado, el ambiente se va configurando como un potencial para un desarrollo alternativo al crecimiento económico, que por ser ecológicamente sustentable, culturalmente diverso, socialmente equitativo, democrático y participativo, sería sostenible y duradero.

### **2.1 Concepto y condiciones del desarrollo sostenible**

La preocupación por la sostenibilidad del crecimiento data al menos de los escritos de los economistas británicos David Ricardo (1772-1823) y Thomas Malthus (1776-1834), para este último existe una gran preocupación por el crecimiento acelerado de la población. En 1972 un grupo de especialistas vinculados al Instituto Tecnológico de Massachusetts, a quienes se les conoció posteriormente como el “Club de Roma”, publicaron el informe “Los Límites del Crecimiento”, y revivieron las preocupaciones de Malthus.

En 1983 la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) creó la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, formado por especialistas y líderes mundiales de 21 países. En 1987 se publica el Informe Brundtland, con el título “Nuestro Futuro Común”, pocos años después de la edición del documento World Conservation Strategy (1980), también dedicado a estas materias (Cairncross, 1993

tomado de Oyarzún & Oyarzun, 2011), donde se formaliza el concepto de **"desarrollo sostenible" que se define como "aquel que atiende las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de atender sus propias necesidades"** (Oyarzún & Oyarzun, 2011).

Aceptando la "necesidad" de tener que afectar al medio, el concepto que nos permite dar por buena esta afectación es el de "sostenibilidad". Esto es, que se afecte al medio de tal forma que se cubran adecuadamente las necesidades humanas, sin que ello suponga la desaparición de las características propias del medio afectado, ni ponga en jaque el bienestar de las futuras generaciones. A esto último lo llamamos "equidad intergeneracional", (Oyarzun, Higuera, & Lillo, 2011, p. 6).

No puede negarse el hecho de que los responsables de la industria minera, como los de tantas otras actividades humanas, no han sido conscientes hasta ahora de la necesidad de que las actividades sean ambiental, social y económicamente sostenibles. Es necesario que el impacto que genera la minería en el medio se reduzca drásticamente durante la operación extractiva y en especial tras el cierre y terminación de la actividad, (Oyarzun, Higuera, & Lillo, 2011, p. 7).

El concepto de minería sostenible implica el respeto y cuidado por el medio ambiente, y de un modo particular por sus recursos hídricos, tanto durante la explotación como después del cierre de ésta. Finalmente, **una minería sostenible implica el respeto por la dignidad y derechos de sus trabajadores y otras partes interesadas, y de modo especial por los derechos de las poblaciones originarias del área, particularmente cuando éstas poseen valores culturales y sociales diferentes**, (Oyarzún, & Oyarzun, 2011, p. 10). Se trata más de un proceso que de un estado a alcanzar.

Debe reconocerse el esfuerzo que realizan muchas empresas mineras por realizar sus actividades dentro de los marcos del desarrollo sostenible, el cual es más exitoso si sus interlocutores de las dependencias de gobierno reguladoras tienen la preparación y el criterio necesario para distinguir lo efectivamente importante de lo meramente formal o superfluo. El exceso de regulaciones y su rigidez, propio de culturas legalistas de países en desarrollo, puede representar un serio obstáculo, (Oyarzún, & Oyarzun, 2011, p. 11)

De acuerdo a Oyarzún, & Oyarzun, (2011) para que la industria minera sea efectivamente sostenible se deben cumplir una serie de condiciones, entre las que sobresalen las siguientes seis:

**Tabla 1. Condiciones para que la industria minera sea efectivamente sostenible**

1. La conservación de los recursos.	2. La protección de la demanda.
3. La seguridad operacional de las labores mineras y la salud ocupacional	4. La rentabilidad.
5. Los recursos humanos, hídricos y energéticos (La minería moderna requiere recursos humanos cualificados, que deben reunir características especiales).	6. La aceptabilidad de la minería por la opinión pública.

## 2.2 Caso de Las Comunidades de Maconí, El huizache, Cerro Colorado, El Hortelano y La Blanca pertenecientes al Mpio. de Cadereyta de Montes, Qro.

La unidad minera La Negra se ubica en la comunidad de Maconí, en el municipio de Cadereyta de Montes, estado de Querétaro, México, en las coordenadas UTM 2304026m N y 445660m E, y a una elevación de 1805 msnm, ver figura 1. Fisiográficamente la minera se encuentra en la Provincia de la Sierra Madre Occidental en la porción occidental y pertenece a la subprovincia de Sierras Altas. Localmente la mina está enclavada en la Sierra Gorda de Querétaro.



Figura 1. Localización del Estado de Querétaro y municipio de Cadereyta de Montes. (SGM, 2010)

La flotación es el proceso de beneficio utilizado desde el inicio de las operaciones en 1970 y hasta el año 2000. La mina permaneció cerrada temporalmente, hasta que Aurcana en el año 2007 reinició operaciones.

Desde el inicio de las operaciones, los jales se han almacenado en cinco depósitos ubicados en cauces cercanos a la mina que descargan su escurrimiento sobre el río Maconí, ver Figura 2. El depósito 3 está a 530 m del río, el depósito 2 a 495 m y el depósito 5 a 2000 m. El único depósito en operación es el número 5.



Figura 2. Ubicación de los depósitos de jales; se observa los cinco depósitos y la ubicación de las muestras a lo largo de los cauces y sobre el río Maconí. También se presentan los puntos de las muestras de referencia, así como la localidad de Maconí. Tomada de Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 65 No. 3, 2013, p. 649.

En el mes de Octubre de 2016, habitantes de la Comunidad de Maconí se comunicaron al Departamento de Minas, Metalurgia y Geología de la Universidad de Guanajuato para solicitar apoyo y realizar estudios que demostraran la contaminación ambiental que desde su perspectiva genera la operación de la empresa Minera La Negra S.A de C.V.

subsidiaría de la Canadiense Aurcana Corporation ubicada en las inmediaciones de la Comunidad de Maconí, Qro. y que afecta al menos a las siguientes 5 cinco comunidades: Maconí, El huizache, Cerro Colorado, El Hortelano y La Blanca.

El apoyo solicitado consistía en que los pobladores de las comunidades buscaban contratar peritos ambientales para determinar las afectaciones que sufrían en terrenos de su propiedad, principalmente en sus terrenos de cultivo, en los cuerpos de agua de los que se abastecen y la contaminación atmosférica generada por la operación minera; los costos por los trabajos a realizar serían pagados al 50 % por los pobladores de las comunidades y el otro 50 % por la empresa minera que actualmente se encuentra operando en la región; según información proporcionada por los pobladores de las comunidades.

En el mes de diciembre de 2016 se realizó una reunión con los representantes de las comunidades antes mencionadas, quienes expusieron las situaciones que se presentaban en las diferentes regiones; al final de la reunión se realizó un recorrido en las cercanías de la presa de jales que se encuentra en operación y en la zona donde la empresa minera pretende iniciar la operación de otra presa de jales más.

De la visita realizada, se obtuvo la siguiente información:

- a) Pobladores de las 5 comunidades señaladas trabajan para la empresa Minera La Negra S.A de C.V.
- b) Las quejas contra la empresa no son un tema nuevo, sin embargo desde el punto de vista de los pobladores, la empresa hace caso omiso y las autoridades no cumplen con su función, ya que no hay sanciones.
- c) Consideran que hay afectaciones hacia sus parcelas, que hay menor producción agrícola debido a la contaminación del agua y del suelo generada por la empresa minera.
- d) El agua usada para el riego, el consumo de animales e incluso en el consumo de la población, señalan que está siendo afectada por las repetidas descargas de jales a los ríos y arroyos cercanos.
- e) Los pobladores se quejan debido a que hay infraestructura de la empresa minera que se encuentra en caminos de la comunidad, como el caso de la tubería de jales, la cual sufre constantes fallas y genera fugas lo que da lugar a que el personal de la empresa deje jales en caminos de la comunidad, muy cerca de casas.
- f) Señalan además que por la actividad minera desarrollada, son constantes las tolveneras, lo cual les afecta en su salud y en las actividades que ellos desarrollan.
- g) Contrataron a un experto para realizar estudios por vibraciones en zonas pobladas, teniendo como resultado que estaban dentro de la reglamentación, lo cual no dejó satisfechos a los pobladores.
- h) Hay relativamente poca participación de la población y cada delegado mientras ocupa el cargo, o cualquier representante ve por sus propios intereses.
- i) Uno de los principales intereses de los pobladores al contratar peritos ambientales, era que se determinarían afectaciones por propietario de terrenos y se calculara la indemnización que la empresa tenía que pagar por los daños causados.

Se dieron las siguientes recomendaciones:

- a) No realizar estudios por su cuenta, refiriéndonos en este caso a los estudios de afectación al suelo y principalmente terrenos de cultivo, tampoco los de afectación a los cuerpos de agua, ni a los de contaminación atmosférica.
- b) Determinar las obligaciones que en materia ambiental tiene la empresa minera en función de su giro, para ello se podrían auxiliar de las dependencias en materia ambiental de los niveles de gobierno estatal y municipal.
- c) A través de los niveles de gobierno estatal y municipal solicitar el cumplimiento de la empresa minera a sus obligaciones ambientales a través de visitas de las delegaciones correspondientes.
- d) Solicitar los resultados de los estudios a que está obligada la empresa, así como constancia de que cuenta con los permisos que corresponden en cada una de los diferentes rubros o materias ambientales.
- e) Documentar cada caso de afectación que se presente y generar oficios de quejas y denuncias que procedan.

En el Departamento de Minas, Metalurgia y Geología de la División de ingenierías de la Universidad de Guanajuato nos dimos a la tarea, **primero** de investigar los antecedentes que en materia ambiental hay en la región; **segundo** buscar la información existente respecto a estudios realizados sobre contaminación proveniente de la industria minera que ha estado ahí asentada; y **tercero** determinar las obligaciones en materia ambiental que la empresa minera que está operando en la zona tiene, considerando su localización, el conocimiento general de las actividades que desarrolla y la interacción que posiblemente se dé con las comunidades ubicadas en las inmediaciones de las diferentes áreas donde se lleva a cabo la explotación y beneficio del mineral, obteniéndose los siguientes resultados:

### **PRIMERO: Listado de accidentes con afectación al medio ambiente y a población.**

- **1987.** Desgajamiento de la cortina de la presa de jales N° 3 por lluvias torrenciales, el impacto del derrame llegó hasta el Río Moctezuma a 10 km. de distancia. El jal derramado fue aproximadamente de 1,500 toneladas.
- **1996.** Presa de jales N° 5, derrame de jales a través de la tubería decantadora y jales azolvados en la pileta de recuperación de agua. El accidente fue causado por lluvias torrenciales y errores operativos. El impacto abarcó 4 km. río abajo, con un volumen aproximado de derrame de 50 toneladas.
- **1997.** Presa de jales N° 2, desgajamiento de la cortina. Accidente causado por lluvias torrenciales y falta de mantenimiento de obras de desvío de aguas pluviales. El impacto llegó hasta el Río Moctezuma a 10 km. de distancia; aproximadamente se derramaron 750 toneladas de jal.
- **En 2012** la presa de jal N° 5, desbordamiento y escurrimiento de jal hacia el río Maconí, Cruz, (2013).



**SEGUNDO: Estudios realizados sobre contaminación generada por la actividad minera desarrollada en la zona.**

1. En abril de 2013 la Sociedad Geológica Mexicana en su Boletín Volumen 65, número 3, emitió el trabajo “Influencia de jales mineros sobre el río Maconí, Querétaro, y evaluación del proceso de atenuación natural por dispersión”.

Los cinco depósitos de jales antes mencionados fueron construidos sobre cauces que descargan al río Maconí, el cual a su vez, desemboca sobre el río Moctezuma a 5 km aguas abajo. El estudio tuvo como objetivo evaluar la dispersión física de los jales a partir de los depósitos y su influencia sobre el río Maconí, así como identificar la existencia de un fenómeno físico de atenuación natural por arrastre hídrico; para ello se tomaron muestras de los jales almacenados, de sedimentos sobre los cauces, de agua del río Maconí, y de cauces ubicados fuera del área de influencia de los jales para considerarlos como referencia.

**Tabla 2. Concentración total (mg/kg) y concentración soluble (mg/L) en muestras de jales.**

Muestra	pH	As		Pb		Cd		Cu		Zn	
		Total	Soluble	Total	Soluble	Total	Soluble	Total	Soluble	Total	Soluble
T1	2.17	13,459	0.82	4,583	1.03	5	0.12	553	4.76	1,937	7.56
V2	7.6	1,643	0.36	469	< LD	64	< LD	439	< LD	4,316	0.12
V3	7.7	3,703	0.45	613	< LD	61	< LD	745	< LD	3,722	0.47
V4	7.14	7,434	0.77	308	0.42	80	< LD	836	< LD	8,786	< LD
V5	7.47	6,767	0.40	199	0.37	10	< LD	1,086	< LD	996	< LD

LD Cd (0.06 mg/L), Pb (0.11 mg/L), Zn (0.05 mg/L)

Tomada de Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 65 No. 3, 2013, p. 651.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la Concentración total (mg/kg) y concentración soluble (mg/L) en muestras de jales. La concentración de la fracción soluble en agua de As, Pb y Cd está por debajo de los LMP de la NOM-141-SEMARNAT-2003, por lo que los jales no son peligrosos por movilidad. Hay dispersión de los jales, se identificó la acumulación de estos cerca de los depósitos; en el depósito 3 la influencia de los jales llega hasta 437 m, mientras que en el depósito 5 es hasta los 956 m.

**Tabla 3. Concentración total promedio (mg/kg) en muestras de referencia y sobre el río Maconí**

Muestras	Concentraciones					Desviación Estandar				
	As	Pb	Cd	Cu	Zn	As	Pb	Cd	Cu	Zn
Referencia	434	122	< LD	77	288	87	39	0	47	128
Río	461	140	< LD	66	290	120	25	0	22	67

LD Cd (5 mg/kg)

Tomada de Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 65 No. 3, 2013, p. 655.

En la Tabla 3 se muestran la comparación entre la Concentración total promedio (mg/kg) en muestras de referencia y sobre el río Maconí. Estos resultados muestran que hay un



aporte natural de arsénico y metales pesados provenientes de los afloramientos de los yacimientos en la zona deducido por comparación de los resultados en las muestras de referencia y, por otro lado, hay un fenómeno natural de dispersión por arrastre hídrico sobre el río Maconí, ya que la concentración de los elementos analizados disminuye considerablemente respecto a las muestras cercanas a los depósitos. La acumulación de jales se da sólo cerca de los depósitos, (Sociedad Geológica Mexicana, 2013).

- Trabajo de tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias de la Tierra titulada “Distribución de metales pesados y arsénico en jales, suelos, sedimentos y agua de la zona minera de Maconí, Qro.”, de una estudiante de la UNAM en mayo de 2013.

El trabajo de investigación tuvo como principal objetivo hacer una evaluación geoquímica ambiental de la zona minera de Maconí, en la que se determinaron concentraciones de metales pesados y arsénico en agua, así como hacer una verificación del cumplimiento de la normatividad nacional e internacional de los valores obtenidos en suelos y agua.

Se realizó un amplio muestreo, se tomaron 35 muestras de agua; 18 a lo largo del Río Maconí, se obtuvieron 5 muestras de manantiales, 4 muestras de agua potable de casas y locales, 8 muestras de agua de proceso de la Mina La Negra. Se realizó muestreo a 4 de los 5 depósitos de jales, del depósito de jal número 2 no se pudo obtener muestra.

Tipo de Muestra	Lugar de Muestreo	No. Muestras
Muestras de agua	A lo largo Río Maconí	18
	Manantiales	5
	Agua potable	4
	Agua de proceso	8
Depósitos de Jales	D1, D3, D4 y D5	4
Sedimentos	De cauce y orillas del Río Maconí	14
Núcleos	Sedimentos de cauce del Río	3
Suelos	Zonas de inundación y terrenos de cultivo	7

Fuente: Creación propia

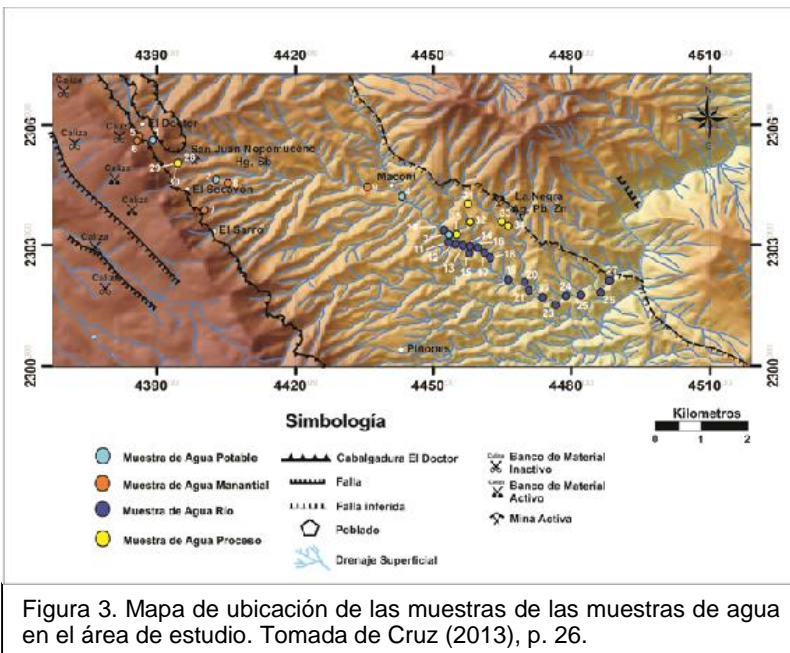


Figura 3. Mapa de ubicación de las muestras de las muestras de agua en el área de estudio. Tomada de Cruz (2013), p. 26.

Se llevó a cabo la colecta sistemática de muestras de sedimentos al igual que en el caso del agua, obteniéndose un total de 14 muestras, se obtuvieron de las orillas y del cauce del río mismo; además se pretendió obtener núcleos en diferentes secciones del río, de los cuales sólo se logró obtener tres y finalmente se muestreo suelo en zonas de inundación con árboles frutales y en terrenos usados para cultivo, obteniéndose 7 muestras.

Los resultados del análisis de **jales** de la Mina La Negra indicaron concentraciones elevadas, siendo las mayores de As 4.5%, Cu 561 ppm, Fe 13.73%, Pb 4496 ppm y Zn 4464 ppm. Las concentraciones de metales en las presas de jal, disminuyen para las más recientes debido al incremento en las recuperaciones durante el beneficio.

Los resultados promedio para los **sedimentos** son de As 3,277ppm, Cr 23ppm, Cu 521ppm, Fe 34,541ppm, Pb 399ppm y Zn 2,013ppm. Los sedimentos revelan una tendencia a disminuir su concentración de metales conforme se avanza en el río y se aleja de la fuente minera, con lo que se denominó la Zona I (valores altos) y la Zona II (valores más bajos).

Para los **núcleos**, los resultados del Núcleo 1 muestran valores promedio de As de 335ppm, Cr 24ppm, Cu 100ppm, Pb 230ppm, Fe 3% y Zn 621ppm de las tres secciones. El Núcleo 2 presenta las más altas concentraciones de metales y As en su primer sección (As 3223 ppm, Cr 26.7 ppm, Cu 442 ppm, Fe 4.22%, Pb 411 ppm) y para el Núcleo 3, se obtuvieron concentraciones de los metales de (As 210ppm, Cr 21ppm, Cu 49ppm, Fe 2.2%, Pb 96ppm y Zn 274ppm).

Las muestras de **suelos** indican una clara tendencia de aumentar hacia el final del Río Maconí. Los correspondientes a E3 (As 1,276ppm, Cr 32ppm, Cu 289ppm, Fe 3.25%, Pb 359ppm y Zn 727ppm) y E6 (As 11,059ppm, Cr 81ppm, Cu 343ppm, Fe 8.39%, Pb 1,120ppm y Zn 5428ppm). La muestra de suelo E5 comienza a marcar un aumento en las concentraciones de los metales y el As, lo que corresponde a la Zona II, aunque en los sedimentos disminuye en los suelos aumenta y puede deberse al riego de parcelas con agua del río y/o por procesos de inundación cuando el nivel del agua aumenta.

En lo que al As y Zn se refiere, todas las muestras están por encima de la legislación vigente en México y países del mundo, así como algunas muestras con Pb, Cr y Cu. En forma general se tiene un incremento de valores en metales y As hacia el final del Río Maconí, lo que indica que los suelos están acumulando estos elementos de acuerdo a las concentraciones disponibles.

Las concentraciones de los elementos analizados en las **aguas potables** de las comunidades indican que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) normados por diferentes organismos (SSA, SEMARNAT, EPA, entre otros); de los resultados se puede concluir que el consumo del agua potable no presenta riesgo por la salud de la población local, pero se debe monitorear el valor del As.

Las **aguas analizadas de manantiales** correspondientes a las comunidades, indican que los metales pesados y As se encuentran por debajo de los LMP por diferentes organismos reguladores (SSA, SEMARNAT, EPA, entre otros) a excepción del agua del manantial El Pájaro 2 (#6) que presenta el valor de Fe más elevado con 0.165 mg/L (LMP de 0.3 mg/L). Los resultados del análisis del **agua a lo largo del Río Maconí**, se presentan variaciones en los valores de los elementos analizados, aunque se puede ver un incremento de As, Fe y Zn en todas ellas. Después del entronque en la muestra #12 se identifica un pico de valores, principalmente de As y Zn. Se señala que las aguas del Río Maconí antes de la muestra #12, o sea antes del entronque con un afluente de agua de proceso, no

presentan peligro por el consumo humano y su uso para riego; después de la misma el uso del agua del río no es aconsejada para el riego o uso ganadero o humano.

**TERCERO: Listado de obligaciones ambientales establecidas en los diferentes instrumentos regulatorios para la actividad minera.**

<b>Tabla 5. Listado de obligaciones de la Minera en Materia Ambiental</b>	
Autorización en materia de Impacto ambiental para obras nuevas o por modificaciones de la actividad.	Elaboración e implementación del Plan de Manejo de Residuos.
Permiso de cambio de uso de suelo en terrenos Forestales por las obras y actividades del inciso anterior.	Cumplimiento de la NOM-120-SEMARNAT-2011, Que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa.
Cumplimiento de la NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.	Cumplimiento de la NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos. para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.
Concesión para la extracción de agua usada en el proceso productivo.	Permiso de descarga de aguas residuales, un permiso por cada descarga existente.
Permiso por ocupación de zona federal (presa de jales sobre ríos o arroyos).	Permiso por construcción de obras en zona federal (presa de jales sobre ríos o arroyos).
Medición de la calidad del agua descargada.	Contar con un inventario de emisiones.
Manifiesto como empresa generadora de residuos peligrosos.	Monitoreo de la calidad del agua alrededor de obras como el o los depósitos de jales.
Licencia de funcionamiento o Licencia Ambiental Única (LAU) por las emisiones atmosféricas generadas.	Medición de emisiones atmosféricas por cada fuente.
Estudios de emisiones perimetrales.	Entrega de Cédula de Operación Anual.

Fuente: Creación Propia

**3.0 RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

El tema del Desarrollo Sostenible se ha posicionado en la mayoría de los países a nivel mundial; sin embargo, quedan muchas dudas por resolver y cada vez surgen bastantes más.

La industria minera a nivel mundial ha estado realizando cambios en sus procesos productivos, en el equipo y métodos de exploración, explotación y beneficio de minerales.

El caso presentado tiene elementos que muestran acciones realizadas por la empresa minera asentada en las cercanías de la Comunidad de Maconí, hay seguimiento por parte de autoridades y hay un interés de pobladores de las comunidades cercanas porque la minera cumpla sus obligaciones en materia ambiental. Con lo aquí desarrollado, podemos ver claramente, y como es lógico, la empresa minera genera una modificación del medio o ecosistema dentro del que está inserto, el efecto causado va más allá de lo permitido por la ley y normatividad ambiental existente, tal como se concluye después de observar jales en los arroyos cercanos a las instalaciones, partículas arrastradas provenientes de depósitos de material extraído de la mina, de los resultados del análisis de concentraciones de elementos metálicos en diferentes cuerpos de agua; la población

en general desconoce las obligaciones ambientales que la empresa minera tiene y si bien es deseable mantener la fuente de empleo representado por la minera, es también importante el mantener la disponibilidad de los recursos naturales que explotan y aprovechan para sobrevivir en la zona; es de resaltar el hecho de que se han realizado estudios de la contaminación en la zona e identifican que hay contaminación en el suelo y en el agua que proviene en parte de la actividad minera, pero a la vez su origen es natural.

No es la industria minera la única fuente de contaminación, esto debe conocerlo la población, lo que quizás moderaría sus demandas, y permitiría encaminar acciones que permitan lograr un mejor aprovechamiento de los recursos y que asegure que después de concluidas las operaciones mineras la población los tendrá disponibles.

Si bien existen regulaciones ambientales, desde las autoridades falta mejorar los mecanismos que aseguren la verificación del cumplimiento de las mismas.

Es sin duda importante la participación del sector académico, el cual pueda dar seguimiento a las acciones emprendidas por la empresa para proteger el medio ambiente y ayude a estrechar el vínculo con la población.

#### **4.0 AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco a quienes participaron y me apoyaron en la elaboración del presente trabajo, por su valiosa cooperación y motivación, M.C. Ricardo Marín Herrera y M.C. Federico Vogel González, M.C. Juan José Martínez Reyes y Dr. Martin Caudillo González; así como al Departamento de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geología por darme la oportunidad.

#### **5.0 REFERENCIAS CITADAS**

- (1) Conesa Fernández-Vítora, V. (2010), Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, Ediciones Mundi-Prensa, 4ª. Edición, Madrid España.
- (2) Cruz, Norma L. (2013), Distribución de Metales Pesados y Arsénico en Jales, Suelos, Sedimentos y Agua de la Zona Minera de Maconí, Qro., Tesis de Maestría en Ciencias de La Tierra, México, UNAM, Centro de Geociencias.
- (3) Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 65 No. 3, 2013. Influencia de los jales mineros en el río Maconí, Querétaro y evaluación del proceso de atenuación natural por dispersión. Págs. 645 - 660.
- (4) SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2006, *La gestión ambiental en México*.
- (5) Oyarzun R., Higuera, P. & Lillo, J., 2011, Minería Ambiental: Una Introducción a los Impactos y su Remediación, Ediciones GEMM.
- (6) Oyarzún, J. & Oyarzun, R., 2011, Minería Sostenible: Principios y Prácticas. Ediciones GEMM.
- (7) Vargas Hernández, José Manuel, 2007. *Desarrollo de la legislación ambiental en México*.

**Infografía:** <http://defiendelasierra.org/>