

Impactos causados por actividades mineras

Gabino Lima Arteaga

galima@uce.edu.ec

Universidad Central del Ecuador

Resumen: Se analizaron los impactos causados por la minería en sus diferentes etapas (como la extracción y el procesamiento de los minerales) y cómo estas afectan al medio ambiente, por las alteraciones del paisaje causado por deforestaciones; también cambios en la calidad del agua, suelo, aire y así como los problemas que originan en las personas que trabajan en las minas y las que viven en zonas cercanas. Sin embargo, la humanidad no puede dejar a un lado las actividades para obtener los distintos minerales, ya que son materias primas esenciales para el desarrollo de las sociedades. Se concluye que tanto en minas a cielo abierto o minas subterráneas dejan impactos negativos en el medio ambiente que afectan la calidad del aire por la alta concentración de polvos y gases que genera la minería. Por consiguiente, se perjudica también la salud de los mineros y las poblaciones que se encuentran cercanas a la zona, especialmente con enfermedades respiratorias como el asma.

Palabras clave: minería; contaminación; impacto ambiental; deforestación.

Impacts caused by mining activities

Abstract: Mining activities are causes of negative positive effects, however all over the world there are mining jobs as they improve the economy of the areas where the mines are located, many times the devastating consequences that these activities are not taken into account mining may leave, so in this paper we analyze the different impacts caused by mining in its different stages and how they are on the environment, due to changes in the landscape caused by deforestation, as well as changes in the quality of water, soil, air and also the problems that they cause in the people who work in the mines and the people who live in areas close to them; different stages like extraction and processing of minerals also cause serious pollution. However, humanity cannot put aside the activities to obtain the different minerals that are essential raw materials for the development of societies. It is concluded that both open pit mines and underground mines leave negative impacts on the environment, polluting the environment, as well as on the health of the miners and the populations that are close to the area, affecting air quality due to the high concentration of dust and gases from mining that causes workers problems in their health, especially respiratory diseases such as asthma.

Keywords: mining; contamination; environmental impact; deforestation.

Introducción

Si bien la minería ha sido de suma importancia en el desarrollo de la economía de algunos países también se debe tomar en cuenta los impactos y consecuencias que esta causa durante su desarrollo e incluso durante varios años después de la extracción de los distintos minerales.

La actividad minera incluye entre sus fases la investigación geológica, la explotación de los yacimientos y el procesamiento de los minerales, lo que causa grave daños sobre el entorno. En la zona existen varias industrias que vierten sus residuos sólidos, líquidos o gaseosos al medio ambiente (Ferrer, 2016).

Para empezar los trabajos de minería se deben realizar grandes deforestaciones en los sitios donde se van a ejecutar los trabajos, que causan cambios drásticos en los paisajes, y que ocasionan que las concentraciones de polvo y gases en el aire lleguen a valores muy elevados motivando problemas de salud tanto en los mineros como en las poblaciones cercanas, provocando principalmente enfermedades respiratorias como el asma.

Las actividades mineras pueden dejar daños irreversibles en las zonas donde se desarrollan, causando daños en la calidad del agua debido a que los metales pesados como el aluminio, cobre, plomo, etc. producen el conocido drenaje ácido que afectan a aguas superficiales y subterráneas; además provoca la disminución de los recursos hídricos, ya que los trabajos mineros necesitan mucha agua. Por otro lado, impactan en los suelos donde se desarrolla la minería e incluso en lugares próximos, pudiendo verse afectados los sembríos cercanos que pueden producir frutos con concentraciones de minerales elevados, perjudiciales para la salud humana.

Deforestación

En el estado de Goa se han visto afectadas enormemente las áreas forestales debido a que el 70 % de las actividades mineras se desarrollan en dichas áreas. Los principales daños suceden en la etapa de preparación del sitio, ya que se deben construir los caminos por donde se movilizarán las maquinarias, se realiza la construcción de las instalaciones en donde se realizara el trabajo como la excavación de pozos; lo que provoca que las plantas que tienen cierta importancia económica en el estado de Goa

vayan desapareciendo de los cerros destinados a las actividades mineras (Mohammad, 2011).

En Bijolia la actividad minera ha aumentado notablemente y ha dado empleo a miles de personas, sin embargo, la diversidad forestal fue afectada enormemente, aumentó la deforestación debido a que los mineros necesitaban leña, tanto para preparar sus alimentos y también para reparar las herramientas usadas en la actividad minera (Chauhan, 2010).

La pérdida de la cubierta forestal en la región del escudo guayanés son entre 200 km² a 400 km² de bosque, para que se lleven a cabo las actividades mineras; sin embargo, en otros sitios el impacto causado por la deforestación puede ser mucho más crítico, como es el caso de Suriname, donde se ha perdido alrededor de 2 300 km² de bosque; una consecuencia indirecta son los incendios forestales, sobre todo en la época de verano (Hammond, Rosales & Ouboter, 2013).

Modificación del paisaje

Para realizar la extracción de los minerales deseados el paisaje original debe ser modificado en su totalidad, lo que afecta directamente a la agricultura que se desarrolla en los lugares próximos a la mina, cuyos efectos son totalmente irreversibles; se debería exigir a las empresas que se encarguen de la restauración del paisaje al terminar las actividades mineras, sin embargo, casi nunca ocurre esto y los paisajes en los lugares donde se realizó la minería quedan afectados por muchos años (Oyarzun, Higuera & Lillo, 2011).

Los humanos desde sus inicios en el planeta se han visto en la necesidad de realizar distintas actividades para lograr sobrevivir, sin embargo, existe una gran contaminación especialmente en las actividades de minería, en las que los paisajes se ven muy afectados y contaminados por desechos (Vilela, Espinosa & Bravo, 2020).

La mayor proporción de superficie terrestre después de las actividades mineras ha quedado al descubierto, es decir, grandes áreas han perdido su vegetación como resultados de la minería. No importa la escala de la minería o el método de operación utilizado, ya que todo tipo de minería deja consecuencias severas en el paisaje original, en Ghana grandes áreas quedaron devastadas debido a la minería a cielo abierto (Mensah *et al.*, 2015).

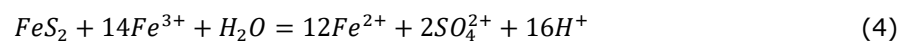
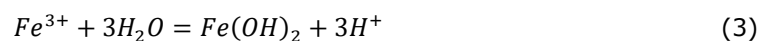
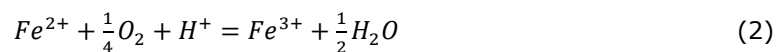
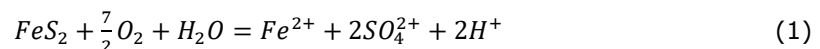
Impacto en el agua

El agotamiento del agua en los sectores cercanos a las minas es evidente debido a que para realizar la extracción de minerales es necesario el bombeo de agua, esto afecta a los pueblos cercanos, lo que se vuelve un problema realmente preocupante, especialmente en la época de verano (Mohammad, 2011).

El agua puede ser contaminada por derrames o fugas de ciertos químicos tóxicos como el cianuro, o también por lixiviados de los desechos de las actividades mineras, lo que afecta a la calidad del agua; las aguas superficiales cercanas, tales como ríos o lagos, se ven afectados principalmente por: derrames, erosión de materiales desechados siendo la principal la roca estéril, y también por el drenaje ácido (Jhariya *et al.*, 2016).

Para el procesamiento de los minerales se utilizan mercurio y cianuro, los cuales son productos químicos muy contaminantes, tanto para las aguas superficiales y también para las subterráneas, además de los productos químicos los metales pesados en las actividades mineras también provocan contaminación del agua. Por otro lado las actividades mineras tienen efectos de deshidratación, ya que se consumen una gran cantidad de agua y la acumulación de tierra suele cambiar el flujo del agua, proporcionando menos cantidad de agua (Akabzaa & Darimani, 2001).

En las minas de carbón muchas veces el carbón contiene pirita que al estar expuesta a oxígeno y agua produce las siguientes reacciones, que causa que el agua de la mina se acidifique (Harding & Boothroyd, 2008).



En las minas de carbón el drenaje ácido es uno de los efectos secundarios más importantes y que más contaminan el agua en dichas actividades mineras (Harding & Boothroyd, 2008).

El agua empleada en las minas es una preocupación, ya que afecta la calidad del agua cercana, pues aumenta considerablemente los niveles de sólidos que se encuentran suspendidos, como hierro, cobalto, aluminio, zinc, lo que ocasiona una disminución del pH del agua que recibe dichas partículas; esto se conoce como drenaje ácido (Ochieng, Seanego & Nkwonta, 2010).

En 1987 la Agencia de Protección Ambiental mencionó que la contaminación relacionada por los desechos mineros está solo después del calentamiento global y la disminución de la capa de ozono, debido a que en los desechos de la minería se encuentran minerales que contaminan el agua como aluminio, cobre, plomo, etc.; que producen el conocido drenaje ácido que proviene de la mina y que afectan tanto a aguas superficiales y subterráneas, representando un amenaza para los seres humanos y los animales que se encuentren cercanos a dichos lugar (Durand, 2012).

La contaminación del agua en la actualidad está en estos tiempos en un punto crítico, debido a que casi toda el agua se encuentra contaminada de una forma u otra a niveles muy alarmantes, por esta razón la calidad del agua es importante para realizar evaluación de los peligros que se pueden producir en las actividades mineras, ya que se producen descargas de agua contaminada con metales, desechos de lavado, drenaje ácido (Warhate *et al.*, 2006).

En definitiva la minería es una gran amenaza para el agua de las poblaciones cercanas donde se realizan las actividades, ya que los requerimientos de agua de las minas afectan los recursos hídricos de las poblaciones presentes y futuras (Machado, 2010).

Impacto en el suelo

La degradación del suelo causado por las actividades mineras origina principalmente por la excavación del terreno para realizar la extracción de los minerales y también debido a que ciertos lugares del suelo son empleados como vertederos, y los desechos que son colocados en estos lugares logran esparcirse por las carreteras y llegan a tierras que son destinadas para la agricultura (Nolasco, 2011).

Cuando se realizan enormes excavaciones para el desarrollo de las actividades mineras a cielo abierto los suelos se ven considerablemente afectados, e incluso al realizar ciertas restauraciones no se logra volver a los suelos originales (Oyarzun, Higuera & Lillo, 2011).

Los trabajos que se llevan a cabo en la minería a cielo abierto son perjudiciales para el suelo en su totalidad, ya que con la ayuda de enormes maquinarias mineras, como las excavadoras entre muchas otras, son las encargadas de acabar con las superficies de tierra destinadas a las actividades mineras (Vilela, Espinosa & Bravo, 2020).

En Santa Lucía-Cuba se realizó un estudio de los impactos negativos que son generados por las actividades mineras en dicho sector, se encontraron grandes áreas con presencia de erosión que fueron provocadas por el flujo de aguas superficiales que son drenadas para el uso en las minas, y por desechos acumulados (Madrazo & Bruguera, 2009).

Al analizar muestras de tierra en la ciudad de Kjaran para realizar estudios geoquímicos, dicha zona se encuentra muy cerca de la zona minera de Cobre, considerada una de las minas más grandes de Armenia, dichas muestras indicaron concentraciones muy elevadas de Pb, Cu, Zn, Co, Mo, Mn, Ti y Fe, que tienen efectos negativos en la salud humana (Tepanosyan *et al.*, 2018).

Impacto en el aire

La calidad del aire se ve afectada debido a que las actividades mineras tienen a liberar una cantidad considerable de partículas que se suspenden en el aire como son polvo respirable, dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), monóxido de carbono (CO) y también humo negro; estas partículas se generan al construir las carreteras, realizar las distintas perforaciones y debido al constante movimiento de maquinaria y camiones (Akabzaa & Darimani, 2001).

La concentración de polvos en el aire depende de la velocidad con que se mueve el aire, tamaño y forma de las partículas de polvo y de la humedad; el polvo siempre se va a producir en las actividades mineras debido a que el suelo se seca y el problema del polvo de vuelve más complejo, los que tienen un tamaño menor o igual a cinco micrones son significativos debido a que pueden causar enfermedades pulmonares (Karmakar & Das, 1991).

En la actualidad todos los procesos que se desarrollan en las actividades de minería producen aerosoles y polvo en cantidades considerables. Cabe recalcar que aunque la mayoría de las operaciones dan como resultado polvos gruesos, los procesos que se desarrollan a temperaturas elevadas originan partículas mucho más finas que

contaminan el aire y hacen que se sobrecargue de metales y metaloides que se encuentran en los minerales extraídos de las minas (Yadav & Jamal, 2018).

En las minas subterráneas en el aire se pueden encontrar distintos componentes como son:

- Oxígeno (O_2): Es necesario para la respiración y es necesario que se encuentre entre 18 % y 21 %, si dicho porcentaje baja las personas pueden desmayarse y perder el conocimiento.
- Nitrógeno (N_2): No es un gas venenoso y muy difícilmente se combina con algún otro elemento por lo que se lo tiene encontrar solo en el aire.
- Hidrógeno (H_2): Es un gas muy explosivo por lo que en el aire se debe tener un porcentaje máximo de 0,4 %, sin embargo, no tiene efectos venenosos para la salud humana.
- Dióxido de carbono (CO_2): No es combustible ya que es un producto de la combustión, este gas si puede causar asfixia en las personas por lo que su límite de concentración en el aire es 5 mil ppm.
- Monóxido de carbono (CO): Este gas es muy venenoso produciendo en las personas la conocida "muerte dulce", además es combustible, la concentración límite se encuentra en los 25 ppm.
- Metano (CH_4): Es un gas incoloro y puede formar mezclas explosivas en el aire, no es tóxico y sus límites de concentración se encuentran en un porcentaje de 1,5 % en el aire.
- Ácido sulfúrico (H_2S): Es un ácido orgánico que a temperatura ambiente se encuentra como gas, es muy tóxico y el límite de concentración se encuentra en 5ppm.
- Vapor de mercurio (Hg): El mercurio que se encuentra en forma metálica puede evaporarse y afectar a los humanos que lo respiran dañando el sistema nervioso.
- Hidrocarburos: Son compuestos de carbono e hidrógeno, algunos son tóxicos para el ser humano.
- Vapor de agua: Es el causante de la humedad en la mina, se produce de la evaporación del agua que se encuentre en los suelos al realizar las actividades mineras (Orche, 2020).

En la cantera El Cacao el polvo se produce en la mayoría de los procesos durante la actividad minera, es decir, desde la perforación hasta llegar a la clasificación de los

distintos minerales obtenidos; al producirse una emisión intensa y continua de polvo provoca problemas muy considerables, ya que afectan la flora y fauna del sector, se contamina el agua, e incluso, causa problemas en la salud de los mineros y de las poblaciones cercanas a la mina (Handjaba, 2012).

Las minas subterráneas son excavaciones muy profundas a partir de las que se extraen los diferentes minerales, del tipo de rocas y minerales que se encuentren dependerá la calidad del aire en la mina, ya que se desprenden productos como metano, sulfuro de hidrógeno, dióxido de carbono, entre otros; que se liberan naturalmente al realizar las excavaciones, además de esto la calidad del aire se ve afectada por gases de combustión de los equipos empleados para los trabajos (Orche, 2020).

Las minas pueden ser a cielo abierto o minas subterráneas, incluso en ciertos lugares se encuentra una combinación de los dos tipos de minas antes mencionadas; en las minas que son subterráneas las principales fuentes de polvo son los vertederos de rocas y las prensas de relaves, mientras que en las minas que son a cielo abierto existen las mismas fuentes antes mencionadas y además fuentes adicionales como acarreo, voladuras, desmonte. Las partículas finas forman los conocidos relaves mineros que son una fuente grave de polvo, especialmente en los meses de verano donde el problema se incrementa, puede ser tan grave que cause que los pobladores cercanos a las minas tengan la necesidad de refugiarse dentro de sus hogares para evitar que el polvo afecte su salud (Schwegler, 2006).

Impacto en la salud humana

La minería afecta a la salud de los trabajadores debido a que en el aire se encuentran suspendidos una gran cantidad de polvos finos que son los causantes de distintas enfermedades como asma o tuberculosis; en Bijolia se ha detectado que el 25 % de los trabajadores tienen enfermedades que se relacionan directamente con los polvos finos presentes en el aire (Chauhan, 2010).

Los mineros en Portovelo-Ecuador emplean para sus trabajos de minería artesanal químicos peligrosos para la salud sin medidas de bioseguridad, como mercurio y cianuro que, además de causar la muerte de la vida acuática en las zonas cercanas a la mina, también afecta con a la salud de las personas que se encuentran en contacto con dichas sustancias (Lopez *et al.*, 2016).

El plomo es una sustancia que afecta gravemente la salud de los mineros, ya que tiende a acumularse en los huesos de las personas provocando que los mineros sientan cansancio excesivo y afectación en el sistema nervioso, que también puede estar acompañado de temblores del cuerpo (Lopez *et al.*, 2016).

Contaminación acústica

Los niveles de ruido en las minas generalmente se encuentran por encima de los límites señalados por la OMS en las zonas industriales debido a la maquinaria empleada en el trabajo de extracción minera, como también en las perforaciones y al transporte de camiones, tractores y máquinas pesadas (Chauhan, 2010).

Los equipos móviles, las ráfagas de aire y las vibraciones provocadas por las voladuras al realizar las diferentes actividades mineras son fuentes de ruido y vibraciones, si bien los ruidos muy agudos provocan severos daños en el sistema auditivo también ocasionan grietas en las construcciones, estrés e incomodidad; estos ruidos también afectan a los animales, ya que son mucho más sensibles y se pueden asustar más fácilmente (Akabzaa & Darimani, 2001).

El ruido en las minas es considerado un grave problema pues las maquinarias por lo general operan sin parar las 24 horas del día; en las minas a cielo abierto los ruidos son provenientes de las operaciones de excavación y del transporte de maquinarias; por otro lado, la principal fuente de ruido en las minas subterráneas son los ventiladores empleados para mantener una temperatura adecuada, y también del transporte de productos. Estos ruidos deben ser controlados por las noches para evitar inconvenientes con los pobladores que viven cerca; al realizar las voladuras las vibraciones y el ruido pueden dañar edificios y casas cercanas de las personas que viven en el área (Saviour, 2012).

Impacto social

Para realizar las actividades mineras las empresas requieren un gran territorio que cada vez crece más en la búsqueda de los minerales, por lo que es necesario que las empresas mineras adquieran una gran cantidad de tierras, ya sean de propiedad privada o tierras compartidas de las comunidades, lo que generalmente provoca que los pobladores cercanos a la mina se vean en la necesidad de desplazarse y dejar sus viviendas (Kelsey, 2017).

Después de realizar la extracción de los minerales deseados las minas tienden a degradarse de tal manera que las empresas mineras no ven la necesidad de recuperar el medio ambiente que fue afectado por las actividades mineras, esto se ha producido en un gran número de exploraciones alrededor del mundo, dejando el sitio completamente devastado (Oyarzun, Higuera & Lillo, 2011).

Otro impacto que se produce en la población cercana a la mina, es que no todas las personas pueden conseguir un trabajo en la empresa minera lo que genera desigualdad dejando a algunas personas afectadas y ocasionando problemas sociales en las poblaciones cercanas (Oyarzun, Higuera & Lillo, 2011).

En Ecuador en el año 2017 en la ciudad de Zaruma se declaró estado de excepción debido a que se han desarrollado actividades mineras en el subsuelo de la ciudad, realizadas por mineros artesanales que no son para nada seguras y que como son bajo suelo han provocado que la ciudad se empiece a hundir, ocasionando que se hundan incluso escuelas y edificios de la ciudad (Vilela, Espinosa & Bravo, 2020).

Los asentamientos de mineros artesanales en las zonas donde se realizarán las actividades mineras se suelen dar sin planificación ni ordenación de territorio, por lo que al inicio son acatamientos insalubres; pueden darse desastres medioambientales directamente asociados con la minería, ocasionando muertes de los mineros, destrucción de la propiedad y también grandes pérdidas económicas (Rodríguez, Linares & Salgado, 2009).

Resultados

En San Potosí, México, se realizaron estudios de las concentraciones de metales pesados en las zonas cercanas a los lugares donde se desarrollaron actividades mineras, para comprobar cuan afectadas quedan dichas tierras, encontrándose concentraciones elevadas de Cobre (Cu), Zinc (Zn) y Cadmio (Cd) de 145.34, 200.18 y 33 mg por cada kilogramo de tierra analizada, respectivamente; en general la actividad minera causa el aumento de metales pesados en las zonas cercanas a las minas (Alcalá *et al.*, 2012).

El polvo se genera principalmente por la movilización continua de carros, camiones y maquinaria pesada sobre las carreteras que son de tierra y también se originan al realizar los procesos de voladura de las rocas presentes en el lugar; el polvo no es solo un inconveniente más o simplemente algo desagradable ya que si este se encuentra en

altas concentraciones puede afectar a la salud pública; por otro lado, al realizar el procesamiento de los minerales deseados se producen emisiones considerables de efluentes químicos y de gases; los gases se originan de la fundición de sulfuros, lo que ocasiona la formación de dióxido de azufre que escapa al realizar la fundición, este gas además de ser tóxico para los seres humanos, flora y fauna cercana también genera lluvia ácida (Oyarzun, Higuera & Lillo, 2011).

En el cantón de Zaruma en Ecuador al realizar un estudio de las concentraciones de plomo encontrada en los peces del río se encontraron concentraciones preocupantes, de 0,4 a 1,3 microgramos de plomo por gramo de pescado, considerando que el límite de ingestión de plomo al día es de 30 microgramos de plomo por gramo de pescado, dicho límite se alcanzaría fácilmente al ingerir de 30 g a 60 g de pescado; además, también se debe tomar en cuenta el consumo directo del agua de río que será otra vía de exposición a dicho metal, en el café se encontraron concentraciones de 8,7 microgramos de plomo por gramo de café (Oviedo *et al.*, 2017).

Las actividades mineras en todas sus etapas como son la extracción de los minerales, el transporte y beneficio afectan a las poblaciones cercanas teniendo impacto en las zonas dedicadas a la agricultura, también afectan a los bosques y espacios rurales cercanos; las actividades mineras pueden ocasionar impactos ambientales muy graves que incluso dejan a las zonas donde se realiza la minería en una etapa terminal, es decir, sin la posibilidad de que, con alguna técnica de tratamiento, se puedan recuperar los espacios; el deterioro del ambiente causado por la minería está condiciona por:

- Residuos de las explotaciones mineras.
- Efluentes sólidos y líquidos de la mina.
- Residuos de las plantas metalúrgicas tanto de extracción como también de refinado.
- Mala gestión de los residuos (Rodríguez & García-Cortés, 2006).

La concentración de mercurio (Hg) son realmente críticas en los suelos que se utilizan para realizar actividades de minería; lo normal es que se encuentren concentraciones de Hg de 0,3 a 5 microgramos por cada gramo de tierra, sin embargo, en las zonas destinadas a la minería se pueden localizar concentraciones por encima de 10 microgramos por cada gramo de tierra, es decir, suelos altamente contaminados. (Rocha, Olivero & Caballero, 2018).

Conclusiones

Las actividades mineras, ya sean en minas a cielo abierto o minas subterráneas, dejan impactos negativos en el medio ambiente como también en la salud de los mineros y las poblaciones que se encuentran cercanas a la zona, afectando la calidad del aire debido a la alta concentración de polvos y gases productos de la minería que causan a los trabajadores enfermedades respiratorias como el asma.

Al realizar las actividades mineras es necesario construir carreteras y realizar enormes excavaciones, por lo que se pierde una gran cantidad de vegetación debido a la deforestación y los paisajes cambian drásticamente y muchas veces, aunque se realicen proyectos de remediación, no es posible lograr que el paisaje, la calidad de agua, suelo y aire sean las mismas ya que quedan enormemente afectadas.

En la minería artesanal los mineros usan mucho el mercurio Hg que es un gran contaminante para suelos y agua y que, además, causa graves problemas de salud en las personas, principalmente problemas en el sistema nervioso; las altas concentraciones en el agua de minerales como aluminio, cobre, plomo, etc. producen drenaje ácido que afectan tanto a aguas superficiales y subterráneas, representando una amenaza para los seres humanos y para los animales que se encuentren cercanos a dichos lugares.

Referencias bibliográficas

- AKABZAA, T. & DARIMANI, A. 2001. *Impact of mining sector investment in ghana: a study of the tarkwa mining region.*
- ALCALÁ, A.; CASTORENA, Á.; ORTÍZ, R.; MONTROYA, H.; MORALES, B.; ALFREDO, F. Y GUADALUPE, J. 2012. Metales pesados como indicador de impacto de un sistema ecológico fragmentado por usos de suelo, San Luis Potosí, México. *Ciencias Agrarias* 44(2): 15–29. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837651022>
- CHAUHAN, S. S. 2010. Mining, Development and Environment: A Case Study of Bijolia Mining Area in Rajasthan, India. *J Hum Ecol* 31.
- DURAND, J. F. 2012. The impact of gold mining on the Witwatersrand on the rivers and karst system of Gauteng and North West Province, South Africa. *Journal of African Earth Sciences* 68: 24–43. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2012.03.013>

- FERRER, Y. 2016. Seguimiento en el tiempo de la evaluación de impacto ambiental en proyectos mineros. *Luna Azul* 42: 256–269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3217/321744162013.pdf>
- HAMMOND, D. S.; ROSALES, J. & OUBOTER, P. E. 2013. Gestión del Impacto de la Explotación Minera a Cielo Abierto sobre el Agua Dulce en América Latina. *Banco Internacional de Desarrollo* 33. Disponible en: <http://www.iadb.org/wmsfiles/products/publications/documents/37577832.pdf>
- HANDJABA, J. 2012. Estudio minero-ambiental de la cantera El Cacao. *Ciencia & Futuro* 2. Disponible en: http://200.14.55.89/index.php/revista_estudiantil/article/view/762
- JHARIYA, D.; KHAN, R.; JHARIYA, D. C. & THAKUR, G. S. 2016. Impact of Mining Activity on Water Resource : An Overview study. *Recent Practices and Innovations in Mining Industry*. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/301522857>
- KARMAKAR, H. N. & DAS, P. K. 1991. Impact of Mining on Ground and Surface Waters. *International Mine Water Association* 187–198. Disponible en: www.IMWA.info
- KELSEY, B. 2017. The impacts of mining on livelihoods in the Andes: A critical overview. *Extractive Industries and Society* 4: 410–418. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2017.03.001>
- LOPEZ, M.; SANTOS, J.; QUEZADA, C.; SEGURA, M. & PEREZ, J. 2016. Actividad minera y su impacto en la salud humana. *Ciencia Unemi* 9(17): 92–100. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss17.2016pp92-100p>
- MACHADO, H. 2010. *Agua y Minería Transnacional. Desigualdades hídricas e implicaciones biopolíticas* Proyección 9. p. 75–104.
- MADRAZO, F. & BRUGUERA, N. 2009. *Análisis de los impactos negativos generados por la actividad minero-metalúrgica en la zona de Santa Lucía*. Disponible en: http://www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2009-2/articulos/A_impacto_negativo.pdf
- MENSAH, A. K.; MAHIRI, I. O.; OWUSU, O.; MIREKU, O. D.; WIREKO, I. & KISSI, E. A. 2015. *Environmental Impacts of Mining : A Study of Mining Communities in Ghana* 3(3):

81–94. <https://doi.org/10.12691/aees-3-3-3>

MOHAMMAD, S. 2011. Impact of Mining Activities on Land and Water Areas of Goa. *Journal of Coastal Environment COES* 2(1): 43–54. Disponible en: www.coes-india.org

NOLASCO, S. 2011. *Impactos de la Minería Metálica en Centroamérica* 75. Disponible en: https://www.ocmal.org/wp-content/uploads/2017/03/Impactos_de_la_Mineria_Metalica_en_Centroamerica.pdf

OCHIENG, G. M.; SEANEGO, E. S. & NKWONTA, O. I. 2010. Impacts of mining on water resources in South Africa: A review. *Scientific Research and Essays* 5(22): 3351–3357. Disponible en: <http://www.academicjournals.org/SRE>

ORCHE, E. 2020. Calidad del aire en las minas museo subterráneas. *Medio Ambiente Minero y Minería* 37–57. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/mamym/v5n2/v5n2_a05.pdf

OVIEDO, R.; MOINA, E.; NARANJO, J. & BARCOS, M. 2017. Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera. *Escuela Superior Politécnica Del Litoral, ESPOL* 2: 437–441.

OYARZUN, R.; HIGUERAS, P. & LILLO, J. 2011. *Minería Ambiental: Una introducción a los Impactos y su Remediación*. Ed GEMM. Disponible en: www.flickr.com/photos/svensson/4830482182/

ROCHA, L.; OLIVERO, J. & CABALLERO, K. R. 2018. Impacto de la minería del oro asociado con la contaminación por mercurio en suelo superficial de San Martín de Loba, Sur de Bolívar (Colombia). *Rev. Int. Contam. Ambie* 34(1): 93–102. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.08>

RODRÍGUEZ, R. & GARCÍA-CORTÉS, Á. 2006. *Los residuos minero-metalúrgicos en el medio ambiente*. Disponible en: www.igme.es

RODRÍGUEZ, R.; LINARES, R. & SALCADO, V. 2009. Vista de Los grandes desastres medioambientales producidos por la actividad minero-metalúrgica a nivel mundial: causas y consecuencias ecológicas y sociales. Disponible en:

<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/351/308>

SAVIOUR, M. N. 2012. *Environmental impact of soil and sand mining: a review*. International Journal of Science, Environment and Technology 1(3): 125-134.

SCHWEGLER, F. 2006. Air Quality Management: A Mining Perspective. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* 86: 205-212. <https://doi.org/10.2495/AIR060211>

TEPANOSYAN, G.; SAHAKYAN, L.; BELYAEVA, O.; ASMARYAN, S. & SAGHATELYAN, A. 2018. Continuous impact of mining activities on soil heavy metals levels and human health. *Science of the Total Environment* 639: 900-909. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.211>

VILELA, W.; ESPINOSA, M. & BRAVO, A. 2020. La contaminación ambiental ocasionada por la minería en la provincia de El Oro. *Estudios de La Gestión* 8: 215-233. Disponible en: <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/eg/article/view/2437/2228>

WARHATE, S.; YENKIE, M.; CHAUDHARI, M. D. & POKALE, W. K. 2006. Impacts of mining activities on water and soil. *Indian Journal of Environmental Health* 47. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/5932180>

YADAV, A. K. & JAMAL, A. 2018. Impact of mining on human health in and around mines. *Environmental Quality Management* 28(1): 83-87. <https://doi.org/10.1002/tqem.21568>