



Remediación del pasivo ambiental de Pio Pata por biolixiviación

Remediation of the Pio Pata environmental liability by bioleaching

Meza, Marco A.¹

¹Facultad de Ingeniería Química,
Universidad Nacional del Centro del Perú,
Ciudad Universitaria, Huancayo, Perú

Cómo referenciar:

Meza, M. A. (2022). Remediación del pasivo ambiental de Pio Pata por biolixiviación. *Prospectiva Universitaria*, 19(1), 82-86.

Resumen

La presencia de un pasivo ambiental metalúrgico en la zona urbana de Huancayo-Junín, en el barrio de Yauris de la urbanización Pio Pata por varias décadas es, indudablemente, una fuente de contaminación y riesgo ambiental para la salud humana y el ecosistema. Estos relaves contienen metales pesados y residuos de reactivos empleados en la flotación de minerales de la Ex Concentradora de Yauris. Los impactos que generan los relaves son diversos, pero se pueden puntualizar la generación de polvo atmosférico en el estío, generación de aguas ácidas e infiltración al subsuelo en la época lluviosa, que, a su vez, movilizan los metales pesados y otros contenidos del relave. En la actualidad, desafortunadamente, el nivel más bajo del pasivo ha venido siendo cubierta precariamente por desmonte de construcción y otros, para luego ser lotizada con fines habitacionales con los obvios riesgos consiguientes. El presente estudio buscó seleccionar un procedimiento tecnológico que permita remediar esta situación: Se consideraron tres criterios fundamentales, las características del sitio, las características tecnológicas y la ubicación de la metodología. Como resultado, la biolixiviación con microorganismos nativos resulta la mejor opción de remediación. Es importante que los detalles tecnológicos sean refrendados con pruebas y ensayos para diseñar una metodología adecuada que asegure la efectividad y rendimiento necesarios para realizar una remediación en beneficio de la salud humana, salud del ecosistema y la socioeconomía del entorno.

Palabras clave: biolixiviación, remediación, pasivo ambiental, fitoremediación, lavado químico, metales pesados

Abstract

The presence of a metallurgical environmental liability in the urban area of Huancayo-Junín, in the Yauris neighborhood of the Pio Pata urbanization for several decades, is undoubtedly a source of pollution and environmental risk to human health and the ecosystem. These tailings contain heavy metals and residues of reagents used in the flotation of minerals from the former Yauris Concentrator. The impacts generated by tailings are diverse, but the generation of atmospheric dust in the summer, generation of acidic water and infiltration into the subsoil in the rainy season, which, in turn, mobilize heavy metals and other contents of the tailings can be pointed out. At present, unfortunately, the lowest level of liabilities has been precariously covered by construction clearance and others, and then allotted for housing purposes with the obvious consequent risks. The present study sought to select a technological procedure to remedy this situation: Three fundamental criteria were considered: the characteristics of the site, the technological characteristics and the location of the methodology. As a result, bioleaching with native microorganisms is the best

remediation option. It is important that the technological details are backed up with tests and trials to design an adequate methodology that ensures the effectiveness and performance necessary to carry out a remediation for the benefit of human health, ecosystem health and the socio-economy of the environment.

Keywords: bio lixiviation, remediation, environmental liability, phytoremediation, chemical flushing, heavy metals.

1 Introducción

En una situación muy especial, en la margen izquierda del río Mantaro y ubicado en el casco urbano de la ciudad de Huancayo, en Pío Pata parte del distrito de El Tambo, está ubicado un pasivo ambiental de origen minero (MINEM, 2021), el cual contiene relaves de una planta metalúrgica abandonada en la década de los años 1980. Este pasivo ambiental minero, está constituido por una cancha de mineral en un primer nivel, los restos de la planta metalúrgica en un segundo nivel y una cancha pequeña de relaves en un tercer nivel.

Adicionalmente, metros más abajo, en un cuarto nivel, se tiene una antigua cancha de relaves, que ha venido siendo precariamente cubierta por desmonte de construcción y otros, para ser lotizada con propósitos de construcción de viviendas. Además, al final de la cancha de relaves del cuarto nivel se tienen granjas de porcinos que permiten a los animales medrar por dicha cancha de relaves (Londoño et al., 2016).

Es indudable, ante esta realidad que los relaves mencionados son una peligrosa fuente de contaminación ambiental, particularmente del suelo, agua, aire y el componente humano. Estos impactos requieren una solución que remedie este pasivo ambiental, para eliminar la fuente de contaminación y, con ello, los impactos asociados (Huaranga-Moreno et al., 2012).

Al momento, no se tiene una propuesta oficial o privada para la remediación de dicho pasivo ambiental, por ello es intención de este estudio proveer una alternativa, para formular posteriormente un proyecto final. Este propósito se trató de obtener evaluando el método de remediación para la recuperación de dicho pasivo ambiental minero en Pío Pata - Huancayo. Se evaluó la biolixiviación (Fernández et al., 2014).

Es indudable que la ubicación de este pasivo ambiental de origen minero dentro del casco urbano de la ciudad de Huancayo, específicamente

en el distrito de El Tambo, en la margen izquierda del río Mantaro, hace que sea una fuente de contaminación ambiental, del suelo, agua, aire (Juárez M., 2012) y el componente humano (RO., 2019). Estos impactos requieren una solución que remedie este pasivo ambiental (2014), para eliminar la fuente de contaminación y, con ello, los impactos asociados (Femenías, 2017).

Este pasivo ambiental minero, está constituido por una cancha de mineral en un primer nivel, los restos de la planta metalúrgica en un segundo nivel y una cancha pequeña de relaves en un tercer nivel. Adicionalmente, metros más abajo, en un cuarto nivel, se tiene una antigua cancha de relaves, que ha sido precariamente cubierta por desmonte de construcción y otros, siendo lotizada con propósito de construcción de viviendas. Además, al final de la cancha de relaves del cuarto nivel se tienen granjas de porcinos que permiten a los animales medrar por dicha cancha de relaves (Londoño et al., 2016).

La eliminación del pasivo ambiental minero permitirá, a su vez, detener los impactos por la contaminación (MINEM-2, 2020), mejorando la calidad de vida de la población en el área de influencia y eliminando los riesgos consecuentes a la salud humana y ambiental (Femenías, 2017). Las más de 100 familias que se encuentran en el entorno han soportado los impactos de los relaves y minerales que se encuentran en este pasivo, por ello retirarlos significa eliminar los riesgos implícitos (MINAM, Reglamento de la ley N° 27446). Los beneficios no sólo se refieren a la salud humana y ambiental, sino también a las actividades socio económicas que se desarrollan.

2 Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó de acuerdo a los lineamientos del método científico, Se fundamenta en la observación y en el razonamiento lógico.

Es sistemático porque forma parte de un sistema que es la ciencia (USMP, 2019). La investigación se desarrolló aplicando un diseño no experimental porque no se manipuló ninguna de variable (Ato et al., 2013).

La población objetivo fué el pasivo ambiental de Pio Pata emplazado en lo que fueran las instalaciones de la concentradora ahí ubicada y en la cancha de relaves de la misma explanada longitudinal de unos 120 metros entre lo que fue la planta metalúrgica de Yauris y el río Mantaro con un ancho de 80 metros. La muestra es la misma población antes precisada, en vista que se ha definido como una muestra no probabilística, porque no toma en cuenta las leyes de la probabilidad.

2.1 Mediciones

Todos los criterios de evaluación de la tecnología propuesta para cuantificar los parámetros se basan en una escala de -3 a 3, en la cual los valores menores a cero (-3, -2 y -1) se emplean para indicar aspectos negativos de acuerdo a la característica que tienen los parámetros de comparación, mientras que los valores mayores a cero (1, 2 y 3) representan aspectos beneficiosos. El cero se considera un valor neutro para los casos en que el criterio no es aplicable directamente (Fernández et al., 2014). En el caso de las demandas de energía y agua los valores negativos indican una mayor demanda y los valores positivos de la cuantificación representan necesidades menores, mientras que el cero indica indeterminación en el criterio (Casteblanco, 2018).

En la primera columna de la tabla de comparación, bajo el encabezado "Necesidad", se indicó la exigencia de realizar los análisis, de incluir o utilizar insumos o de la existencia de impactos o relaciones con el rubro analizado.

En relación a las características del sitio se considerón, los metales pesados presentes. Las necesidades para su determinación cualitativa de su presencia y cuantitativa de su concentración (García et al., 2002). Además, se consideraron las necesidades de análisis para la determinación de la especie o forma química en que se encuentran. También se consideró la información sobre la solubilidad de las especies presentes y las referencias de biodisponibilidad en la literatura.

Con referencia a las características del sitio mismo se consideran la información sobre granulometría, humedad y pH (2002).

2.2 Análisis

Para los fines del análisis de la tecnología se consideran tres etapas. La primera se refiere a las acciones de acondicionamiento e inicio de las operaciones. La segunda comprende las acciones de operación en sí, incluyendo las necesidades de mantenimiento que se podrían presentar. Finalmente, se considera la etapa de cierre, que incluye la disposición final de los residuos o remanentes de materiales y equipos.

Para el requerimiento energético se evaluó la demanda de energía eléctrica y combustible en cada una de las etapas consideradas para los tres métodos evaluados. La demanda o requerimiento de agua se considera para las tres etapas generales planteadas.

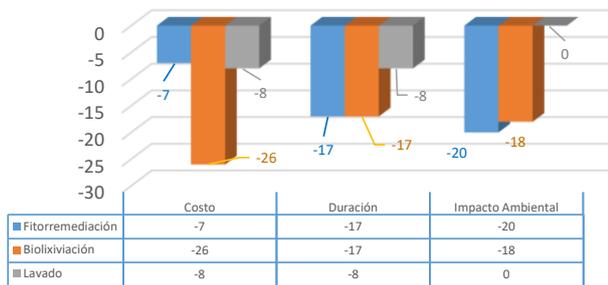
Los impactos de todas las etapas resultantes de la aplicación de la tecnología en los componentes ambientales son también un factor de análisis y comparación (Emelina, 2007). Los componentes ambientales considerados son agua, aire, suelo, Biosfera y antroposfera.

Otro criterio de evaluación es el tipo de tecnología en relación a la ubicación de las actividades de remediación, que se consideran como "ex situ" e "in situ" (MINAM, Reglamento de la ley N° 27446) que, a su vez, se divide en "in situ - on site" "in situ - off site". Adicionalmente, se consideró la efectividad del proceso de remediación considerado

3 Resultados

Se evaluó inicialmente la necesidad de caracterización del lugar, se consideró: la determinación de la presencia de metales, su concentración, especie química en la que se encuentran, solubilidad y disponibilidad en el suelo. La caracterización del sitio incluye la determinación de la granulometría del suelo, la humedad y el PH.

Figura 1
Características del Sitio



3.1 Características tecnológicas

Con relación a las características tecnológicas se consideró dos criterios, el consumo de energía y el uso de agua. Con respecto a la energía, su requerimiento es el punto de análisis, durante las fases de pre-operación, operación, disposición final de productos de la remediación, es decir la forma en que los metales pesados toman al ser extraídos del sitio. Finalmente, para este criterio, las acciones que se deben realizar para dejar el sitio en una forma que no impacte al ambiente posteriormente. Este requerimiento de energía se analizó tomando en cuenta la electricidad y los combustibles a usar en cada una de las etapas indicadas, tanto para la electricidad como para los combustibles.

Figura 2
Características Tecnológicas



Similarmente, el requerimiento de agua se abordó en relación a cada una de las etapas mencionadas. Este uso del agua considera todas las formas en las que se necesitaría. Para el caso del lavado (flushing) es necesario mencionar que se toma en cuenta la reutilización o recirculación de

la solución química de lavado. Así mismo, se evaluó los efectos en el ambiente en relación a las cinco esferas ambientales: hidrósfera, atmósfera, litósfera (suelo), biósfera y antropósfera.

Para este análisis, se consideró que las fuentes de agua pueden ser tanto superficiales como subterráneas. Además, se evalúan y valoran los efectos de las interacciones con estas posibles fuentes de las actividades durante todo el proceso, teniendo en cuenta las características tecnológicas del método analizado. Un razonamiento similar, con las obvias diferencias se efectúa para la atmósfera.

Las interacciones con la litósfera, es decir con su horizonte superficial, son claramente referenciales considerando la fitorremediación, ya que implica el contacto directo con el suelo. Los impactos en la biósfera (flora y fauna) y en la antropósfera, al igual que en el caso anterior, son relativamente importantes, debido a que el procesamiento estuvo confinado a un espacio reducido.

Como información adicional se incluyó el análisis de todos los factores mencionados para la fitorremediación y el lavado químico.

Figura 3
Resultados de comparación



4 Conclusiones

El análisis de la tecnología de biolixiviación para la remediación del pasivo ambiental permite concluir que la biolixiviación es factible de aplicar, ya que no generaría impactos ambientales considerables, o en todo caso mínimos. Estos impactos comprenderían la generación de residuos sólidos por uso humano, que para este caso, el personal operativo y administrativo es pequeño en número.

Referencias

- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Castebianco, J. A. (2018). Técnicas de remediación de metales pesados con potencial aplicación en el cultivo de cacao. *La Granja*, 27(1), 21-35. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.02>
- Femenías, J. A. (2017). La culpabilidad en la responsabilidad por daño ambiental y su relación con el sistema de evaluación de impacto ambiental. *Revista de derecho (Valparaíso)*, (48), 233-259. <https://doi.org/10.4067/S0718-68512017000100233>
- Fernández, M., García, M., Alonso, N., & Tarazona, J. (2014). Soil Pollution Remediation. En *Encyclopedia of Toxicology* (pp. 344-355). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00579-0>
- García, C., Moreno-Ortego, J. L., Hernández, M. T., & Polo, A. (2002). *Metales pesados y sus implicaciones en la calidad del suelo*. CSIC - Centro de Ciencias Medioambientales (CCMA). Consultado el 4 de diciembre de 2023, desde <https://digital.csic.es/handle/10261/111812>
Accepted: 2015-03-04T12:52:27Z.
- Huaranga-Moreno, F., Méndez, E., Quilca, V. Q., & Huaranga-Arévalo, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980 - 2010, La Libertad - Perú Pollution by heavy metals in the Moche River Basin, 1980 - 2010, La Libertad - Peru. *Scientia Agropecuaria*.
- Londoño, L. F., Londoño, P. T., & Muñoz, F. G. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(14\)145-153](https://doi.org/10.18684/BSAA(14)145-153)