

## **IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A LA IMPLEMENTACIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE MEDIANA MINERÍA RÍO BLANCO**

ENVIRONMENTAL IMPACT ASSOCIATED WITH THE IMPLEMENTATION AND  
EXECUTION OF THE PROJECT MEDIUM MINING RÍO BLANCO

**Raúl Andrés Moreno Farfán**

*Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca - Ecuador.*

*Email: [rmorenofarfan@gmail.com](mailto:rmorenofarfan@gmail.com)*

*<https://doi.org/10.33789/talentos.8.1.143>*

---

**RESUMEN:** *El crecimiento económico de un país se basa en el desarrollo de distintas esferas económicas y constituye una prioridad para los gobiernos mundiales. En Ecuador la minería constituye un recurso natural que se explota cada vez con mayor fuerza. Sin embargo, el auge de la minería puede traer consigo un impacto ambiental negativo. El objetivo de la presente investigación es describir el posible impacto ambiental asociado a la implementación y ejecución del proyecto de mediana minería Río Blanco y plantear una propuesta de diseño y estabilización de relaves. Para esto se realizó una investigación básica, descriptiva y explicativa, basada en la revisión documental y el trabajo de campo. Como principal resultado se puede señalar la identificación de dos problemas fundamentales como fueron las balsas de flotación y el conflicto social. Se concluye que el proyecto de mediana minería Río Blanco, a pesar de crear condiciones favorables desde el punto de vista de creación de puestos de trabajo y de crecimiento económico de la zona, representa un riesgo ecológico y ambiental elevado. Se diseñó una propuesta de intervención para lograr la integración y restauración ambiental de la zona de acción minera, basada en una propuesta de diseño y estabilización de depósitos de relaves. Se concluye que la actividad minera constituye un sector de desarrollo local y regional; sin embargo, la actividad debe relazarse basado en planes que garanticen una explotación sostenida sin que se perjudique el ambiente que rodee al área de explotación.*

**PALABRAS CLAVE:** *Agentes contaminantes; Daño ecológico; Impacto ambiental; Minería; Relaves, Restauración ambiental*

---

*Recibido: 23 de octubre de 2020*

*Aceptado: 01 de abril de 2021*

*Publicado como Ensayo en la Revista de Investigación Talentos VIII (1), 52-61*

**ABSTRACT:** *The economic growth of a country is based on the development of different economic spheres and constitutes a priority for world governments. In Ecuador, mining constitutes a natural resource that is being exploited with increasing force. However, the mining boom can have a negative environmental impact. The objective of this research is to describe the possible environmental impact associated with the implementation and execution of the Río Blanco medium mining project and to propose a proposal for the design and stabilization of tailings. For this, a basic, descriptive and explanatory research was carried out, based on the documentary review and field work. The main result is the identification of two fundamental problems, such as floating rafts and social conflict. It is concluded that the Río Blanco medium mining project, despite creating favorable conditions from the point of view of job creation and economic growth in the area, represents a high ecological and environmental risk. An intervention proposal was designed to achieve the integration and environmental restoration of the mining action zone, based on a proposal for the design and stabilization of tailings deposits. It is concluded that the mining activity constitutes a sector of local and regional development; however, the activity must be carried out based on plans that guarantee sustained exploitation without damaging the environment surrounding the exploitation area.*

**KEYWORDS:** *Polluting agents; Ecological damage; Environmental impact; Mining; Tailings, Environmental restoration*

## I. INTRODUCCIÓN

Ecuador se ha convertido en los últimos 20 años en uno de los principales destinos para inversiones mineras en Iberoamérica; esto ha sido posible por la implementación de un nuevo marco regulatorio y a una activa campaña de marketing con la finalidad de captar inversores. Estas estrategias han rendido frutos evidenciados por un elevado número de solicitudes de concesiones. Esto significa un importante cambio de estrategia en el contexto inversionista ecuatoriano que se ha basado históricamente en la exportación de petróleo y producciones agrícolas donde destacan el banano, cacao o café (Jamasmie, 2017).

Uno de los cambios más significativos es la apertura del Estado ecuatoriano relacionado con el sector minero y su desarrollo en el

país. Dentro de los aspectos que muestran el cambio se debe mencionar la creación de un Ministerio de Minería. Esta entidad asume desde su creación el papel rector de la actividad minera que previamente controlaba el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables. Según cifras ofrecidas por el Ministerio de Minería, solo durante el año 2016 se recibieron 420 solicitudes de concesiones, de las cuales alrededor de 160 fueron concedidas ese mismo año, lo que representó para el país más de 100 millones de dólares en inversiones. El objetivo de estas inversiones es explorar territorios teóricamente ricos en oro, cobre, plata y molibdeno (Jamasmie, 2017).

La historia reciente de la minería en Ecuador recoge que en el año 2013 se aprobó la venta

de algunas concesiones, especialmente en la provincia de Azuay. Una de las concesiones vendidas fue la de Río Blanco; de esta forma la concesión Río Blando pasó de ser propiedad de la empresa estadounidense *International Minerals Corporation* (IMC) a constituir parte del patrimonio de la transnacional minera china *Junefield* (Ecuagoldmining South America S.A.). Esta operación le permitió a la empresa operar distintos proyectos con reservas por un total de 991.000 onzas de oro y 4,7 millones de onzas de plata. Este recurso equivale a una cantidad no inferior a US\$ 14.000 millones (Latino Minería, 2013).

Uno de los temas más debatidos en el contexto social de la actividad minera se relaciona con la protección del medio ambiente y la no explotación indiscriminada de los recursos sostenibles; lo que ha sido llamado como minería sostenible por algunos autores (Martín Duque & Bugosh, 2013; Matos, et al, 2016). La minería sostenible brinda una serie de beneficios, directos o indirectos tanto para pobladores como para los gobiernos regionales y locales principalmente (Oyarzún & Oyarzun, 2011). Sin embargo, estos mismos actores indican que la minería debe considerar también sus responsabilidades legales y éticas hacia el entorno; lo cual requiere empezar por entender sus impactos negativos sobre el medio natural y social, así como las oportunidades de generar impactos positivos que lleven a reconocerla como una actividad beneficiosa para el entorno natural y social (Oyarzún & Oyarzun, 2011).

El proyecto minero aurífero de Río Blanco no ha estado exento de controversia por temas de carácter ambiental. El sector de interacción

se localiza dentro de un ecosistema altamente frágil que contiene humedales altos o páramos. El ecosistema se encuentra ubicado en una zona de transición del Parque Nacional Cajas. Esta zona es una importante fuente de agua para la agricultura y el consumo humano dentro de la provincia de Azuay; de ellas también se sirven las poblaciones de las provincias ubicadas en el litoral sur del Ecuador (Environmental Justice Atlas, 2017).

Es por eso que, teniendo en cuenta las ventajas que ofrece la minería para el desarrollo local, la necesidad de practicar una minería sostenible y las posibilidades de daño ambiental en la zona de ejecución de Río Blanco; se decide realizar esta investigación con el objetivo de describir el impacto ambiental asociado a la implementación y ejecución del proyecto de mediana minería Río Blanco.

## II. DESARROLLO

La investigación consistió en realizar un análisis bibliográfico sobre los factores asociados a la explotación aurífera minera que pudieran generar un daño ecológico con impacto ambiental. Después de identificar los referentes bibliográficos que pudieran relacionarse con el daño ambiental se procedió a realizar un trabajo de campo que permitió comprobar los referentes bibliográficos identificados en el contexto de la investigación. Se lograron identificar dos situaciones puntuales con posible impacto ambiental. Las balsas de flotación y el conflicto social.

### 2.1 Balsas de flotación

La flotación es el proceso utilizado en la metalurgia extractiva para concentrar

minerales, principalmente, sulfurados. Según Oyarzun y colaboradores (2011), para entender correctamente este proceso es necesario definir sus tres pilares teóricos básicos:

- El mineral de cabeza es aquel material de mina que entrará en la planta de flotación después de haber pasado por dos o más fases de molienda.
- El concentrado consiste en aquella parte del material de cabeza que tras pasar por el proceso de flotación contiene principalmente los minerales de mena y su concentración nunca alcanzará el 100 % de recuperación de los minerales de mena.
- La cola, también conocida como relaves en Latinoamérica, es la fracción mayoritaria, y contiene los minerales de ganga, incluyendo la pirita, principal preocupación minero-ambiental por su tendencia a generar drenaje ácido de mina.

Este proceso transcurre en las llamadas

“celdas de flotación”, donde los sulfuros útiles son “flotados” mediante el uso de espumantes y colectores. Los colectores facilitan que las partículas sulfuradas floten y los espumantes atrapan las partículas que se desee que floten. Sin embargo, este proceso genera que más del 95 % del mineral de cabeza se colecciona en las, lo que conduce a dos problemas ambientales distintos que se pueden observar en la figura 1, basado en el ejemplo de la balsa abandonada en la ciudad minera de Andacollo en Chile (Oyarzun, et al, 2011):

- Incremento diario sostenido de los volúmenes de residuos de la planta de flotación.
- Su potencial para generar drenaje ácido y liberación de metales pesados tóxicos, convirtiéndose en un auténtico reactor químico. En la figura 1 los colores verdes muestran formación de minerales oxidados de cobre y los colores marrones constituyen la expresión de los procesos de oxidación del hierro.



**Figura 1:** Balsa (relave) en Andacollo, donde se observa acúmulo de minerales oxidados y oxidación de hierro

**Fuente:** Oyarzun, et al, 2011

Otro de los problemas que se asocian a las balsas (relaves) es su inestabilidad intrínseca.

Esto puede resultar en roturas de los diques de contención y de ahí, inundar vastas áreas, con

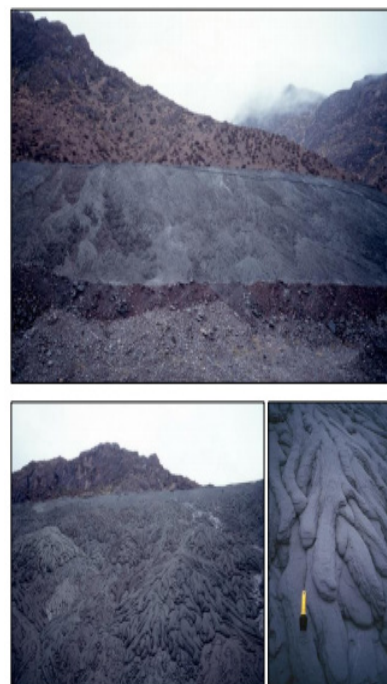
el peligro que esto tiene para las poblaciones aledañas y la biota local. El clásico diseño de balsas denominado “aguas arriba” presenta una serie de problemas de estabilidad que condicionan este tipo de problema (WISE, 2004, 2011).

Debido precisamente al enorme riesgo que suponen estas balsas rellenas con residuos contaminantes en estado semi-líquido se ha desarrollado en los últimos procesos dirigidos a lograr la eliminación de la mayor cantidad de agua de los mismos antes de su acumulación. Estos procesos han sido denominados colas o relaves en fase densa. Las ventajas de este proceso han sido señaladas por Mudd & Boger (2013) y se resumen a continuación:

- Reducen el riesgo de catástrofes debidas a roturas de presas de relaves.
- Incrementan la recuperación de agua.
- Se reduce el volumen del lugar de almacenamiento, reduciendo por tanto también la superficie ocupada (*footprint*).
- Se facilitan los procesos de retrolleado de huecos de explotación (tanto a cielo abierto como subterráneos).

No obstante, este tratamiento de las colas, a pesar de las ventajas antes mencionadas, continúa representando un riesgo químico. La figura 2 muestra distintas imágenes de relaves en fase densa en el Distrito Minero de Talcuna (Cu), en el norte de Chile. Los residuos se encuentran localizados en el fondo de un valle donde un río estacional, con grandes crecidas en los años del El Niño, posee gran capacidad de arrastre,

con un evidente riesgo de contaminación hídrica y de intoxicación humana, animal y vegetal.



**Figura 2:** Imágenes de relaves en fase densa

**Fuente:** Oyarzun, et al, 2016

## 2.2 Impacto social

Otro de los impactos esperados de la implementación del proyecto minero Río Blanco se relacionada directamente con el impacto social. Toda actividad de origen antrópico genera algún tipo de impacto o repercusión en la sociedad. El proyecto minero Río Blanco al encontrarse emplazado en una zona de alta montaña y próximo a fuentes hídricas, específicamente dentro del área Reserva de la Biosfera Macizo del Cajas, no está exento de conflictos de índole social. Durante las fases del proyecto se han presentado inconvenientes con las comunidades, grupos anti-minería y gobiernos locales.

Entre la comunidad y la empresa se han



identificado algunas situaciones que involucran actuaciones poco apropiadas entre ambas partes. Así, se ha hecho evidente un incremento de desconfianza hacia la empresa por parte de las comunidades del Área de Influencia Social Directa (AISD) y de los trabajadores comunitarios. Todo ello debido a ofrecimientos incumplidos, y la falta de información periódica por parte de la empresa.

La disconformidad de las comunidades del AISD se debe también a la escasa inversión social, ya que es obligación de la empresa implementar un Plan de Compensación Social. Existen además grupos de familias residentes de las zonas que buscan desestabilizar la situación con rumores falsos o amenazas en las comunidades sobre los impactos ambientales; o invadir y realizar trabajos ilegales en terrenos de la empresa, crear calumnias, culpar y denunciar a la empresa por supuesta responsabilidad en daños por deslizamientos de origen natural, o indisponer a las comunidades en contra de los proyectos realizados por el gobierno. A todo ello se une la existencia de varios problemas de propiedad de la tierra, no resueltos legalmente, y poca acción por parte de los entes del gobierno (San Luis Minerales, 2014).

La situación se agrava más aún por la existencia de concesiones de minería artesanal en las comunidades locales, minería artesanal legalmente aprobada junto a las concesiones de la empresa, y la presencia de trabajos mineros artesanales ilegales. Existe preocupación por los efectos sociales y ambientales que pueden provocar estas

actividades mineras. En Ecuador no existe una política pública que permita proteger a los proyectos mineros estratégicos nacionales de la minería artesanal. El efecto del aumento de la minería artesanal en la zona puede ser muy preocupante a largo plazo (San Luis Minerales, 2014).

Por lo tanto, desde el punto de vista social, el programa minero Rio Blanco se enfrenta a un dilema ético situacional; la propia actividad minera que realiza la empresa agrava la situación, ya que no cumple con algunos de los requisitos que son indispensables para las comunidades y gobiernos locales.

### **2.3 Propuesta de diseño y estabilización del depósito de relaves**

Con todos los datos recopilados anteriormente se hacía necesario realizar una propuesta de diseño y estabilización del depósito de relaves. Para esto se tomó como dato de inicio la capacidad del depósito de relaves obtenida mediante topografía precisa y con la utilización del software *Carlson*, la capacidad fue definida en 535.273,5 m<sup>3</sup>. Este dato fue obtenido teniendo en cuenta una serie de variables que incluyeron la información topográfica de partida (TIN), el límite de la cuenca hidrográfica, la posición de los canales y los *settings* de partida para realizar un diseño geomorfológico del tranque de relaves. Todo este trabajo fue el pilar fundamental para obtener morfologías estables para maximizar el volumen de materiales a acoger.

El trabajo incluyó otros elementos como fueron cambiar *settings* en el programa, limitar la cantidad de afluentes para generar

menos, distribuir y equilibrar los canales, disminuir el valor de la pendiente de cabecera de los canales y maximizar el tramo convexo

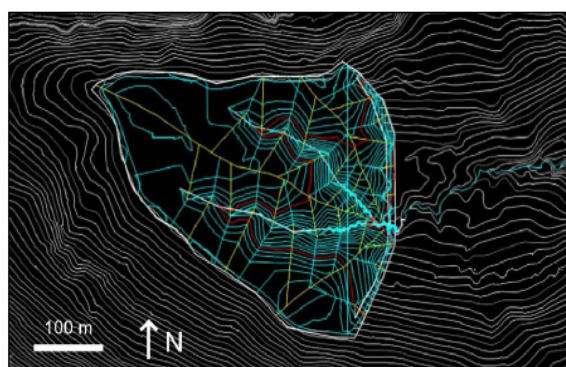
de las laderas. Estas actividades permitieron definir los siguientes valores para la propuesta (tabla 1).

**Tabla 1.** Valores determinados para la propuesta de relaves

Descripción	Cantidad (m <sup>3</sup> )
Capacidad de almacenamiento del tranque original	535.237,50
Corte (capacidad que no almacena el diseño geomorfológico con respecto al convencional, sobre todo por los valles)	142.739,00
Relleno (material que el diseño geomorfológico puede acumular "de más", con respecto al convencional, al acumular material en las lomas de los interfluvios)	62.190,00
Diferencia "Corte-Relleno". Es decir, volumen de relaves que el diseño geomorfológico deja de acumular con respecto al diseño convencional	80.548,35

**Fuente:** El autor

Un análisis simple, meramente cuantitativa de estos valores, pudiera ser interpretada como una pérdida de capacidad de almacenaje de relaves de 80.548,35 m<sup>3</sup> del diseño geomorfológico con respecto al diseño convencional según los datos ofrecidos por la empresa minera (Terrambiente Consultores, 2016), superficie que representa un 15 % del total de relaves. Sin embargo, el diseño debe ser evaluado de forma integral y la pérdida en capacidad de almacenamiento se traduce en mayor estabilidad e integración ambiental. La figura 3 muestra el diseño de restauración geomorfológica seleccionado como óptimo.



**Figura 3:** Diseño de restauración geomorfológica seleccionado como óptimo.

**Fuente:** elaboración propia

Otros elementos que estuvieron incluidos en la propuesta presentada fueron la realización

de mapas de pendientes y orientaciones. El objetivo fue mostrar tanto de manera gráfica como cuantitativa (porcentajes de las distintas clases) la variación de pendientes y orientación entre los diseños y la viabilidad de estos parámetros en el diseño geomorfológico propuesto en relación al convencional.

En relación al mapa de pendientes (figura 4) se identificó que en el diseño convencional existía una escasa variación de rangos (clases) de pendientes. Por el contrario, en el diseño geomorfológico propuesto mostró la existencia de un mayor rango de pendientes, teniendo una mayor superficie de hábitats. Como aporte importante de la propuesta se describe la existencia de diferencia de superficies reales del terreno (suma de las superficies de la red de triángulos) entre el diseño convencional y el diseño geomorfológico.

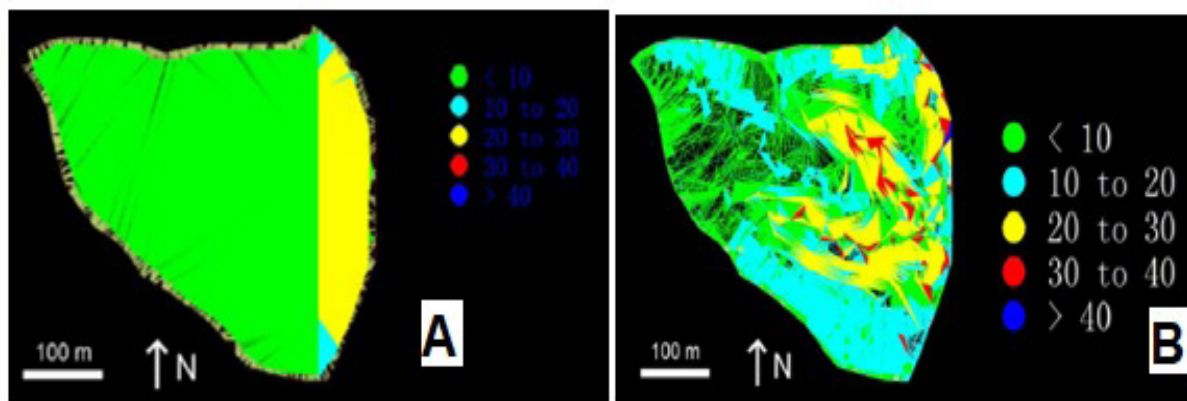


Figura 4: Comparación mapas de pendientes entre modelo convencional (A) y modelo propuesto (B).

Fuente: elaboración propia

Respecto a los mapas de orientaciones (figura 5), en el diseño convencional se obtiene también poca variabilidad en las orientaciones, ya que el depósito de relaves es mayoritariamente plan y la pared del cierre de la balsa estaba orientado al este. En el diseño propuesto se tiene una mayor diversidad de orientaciones, lo cual es

considerado favorable, ya que ello implicará unas condiciones de partida favorecedoras de una mayor diversidad biológica, dado que algunas especies tendrán una mayor posibilidad de establecerse en determinadas orientaciones, en función de distintos factores físicos como la luz y la humedad entre otras.

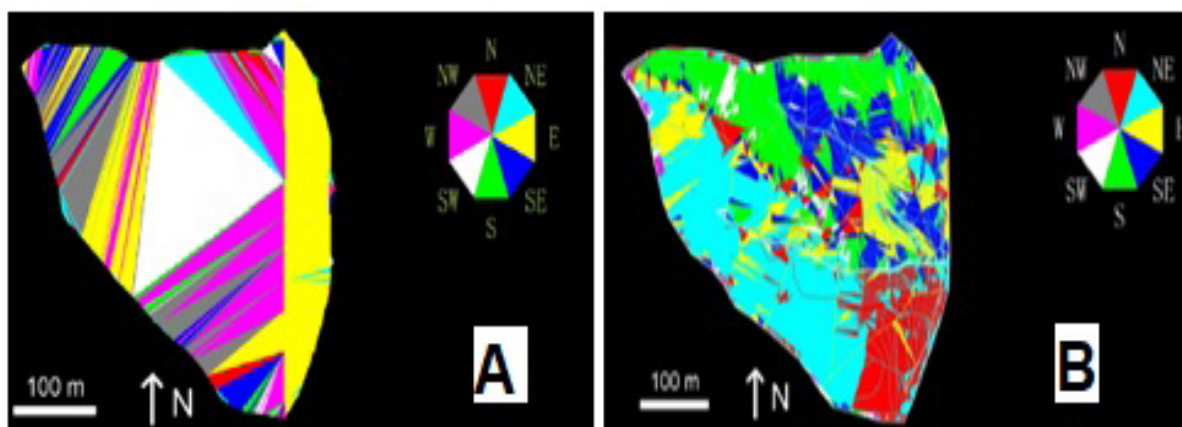


Figura 5: Comparación mapas de orientaciones entre modelo convencional (A) y modelo propuesto (B).

Fuente: elaboración propia

#### 2.4. Propuesta de cubierta sobre depósito de relaves

Para proceder al cese de la actividad minera y el cierre del depósito de relaves, se debe considerar la necesidad de aplicar un sistema de cubierta al mismo que minimice la infiltración de agua y la acción del oxígeno; estos elementos previenen la contaminación

de suelos y aguas subterráneas por posible formación de drenaje ácido de mina (Matos et al., 2016).

Se identificaron varios sistemas de cubiertas para relaves que fueron ordenados en orden decreciente teniendo en cuenta la complejidad técnica y el costo de los mismos (Australian Government, 2016):



1. Revegetación directa sobre los relaves.
2. Colocación de una fina capa de grava directamente sobre los relaves, para mitigar la generación de polvo.
3. Colocación de cubiertas impermeables, que eviten tanto la percolación como un posible ascenso de humedad desde los relaves por capilaridad, más una cubierta de suelos y vegetación.

En la siguiente propuesta se propone un sistema de cubierta que se basa en los siguientes elementos:

1. Como los relaves no tienen suficiente capacidad para soportar el paso de maquinaria o equipo pesado, se propone colocar una capa base sobre los relaves. Esta capa tiene que ser de gravas, con el objetivo de que el agua no suba a la superficie por capilaridad. Es muy importante que los relaves se mantengan secos, y si contienen humedad, que ésta no suba hacia la superficie.
2. Luego colocar una capa impermeable con arcillas o una geomembrana para que el agua proveniente de las precipitaciones o escorrentía no entre o se infiltre hacia los relaves depositados.
3. Posteriormente se recomienda un sistema que incluya una capa de almacenamiento y liberación de agua (store and release) construida con un suelo limoso no compactado para que tenga un coeficiente de permeabilidad suficientemente alto.

La propuesta del sistema de cobertura

realizada no incluye espesores o dimensiones establecidas para cada capa. Esto se debe a que habría que realizar un estudio minucioso, con pruebas experimentales, para identificar los espesores idóneos. Esta propuesta se basa en las características y propiedades físicas de determinados materiales utilizados en la elaboración de un sistema de cobertura. Quizás el único punto negativo de la presente propuesta esté relacionado con el aumento del costo del sistema de cobertura en relación a la propuesta original; sin embargo para limitar este efecto se recomienda utilizar un espesor no mayor de 1 metro; lo que no solo disminuiría costos, sino que también garantizaría una mayor estabilidad del depósito, facilitando entonces la prevención de posibles impactos ambientales y sociales.

### **III. CONCLUSIONES**

El proyecto de mediana minería Rio Blanco, a pesar de crear condiciones favorables desde el punto de vista de creación de puestos de trabajo y de crecimiento económico de la zona, representa un riesgo ecológico y ambiental elevado. Se planteó una propuesta de diseño y estabilización de relaves que incluyó el análisis de la capacidad de relaves, mapas de pendientes, de orientaciones y sistema de cubierta sobre depósitos de los relaves para lograr la integración y restauración geo ambiental de la zona de acción minera.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Australian Government. (2016). *Tailings Management, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry*. 128 pp
- Environmental Justice Atlas. (2017). *International Minerals Corporation (IMC) in Molleturo, Ecuador*. Recuperado de: <https://ejatlas.org/conflict/international-minerals-corporation-imc-in-molleturo-ecuador>
- Jamasmie, C. (2017). Ecuador anticipates \$4 billion in mining investments by 2021. *Mining.com* Recuperado de: <http://www.mining.com/ecuador-anticipates-4-billion-in-mining-investments-by-2021/>
- Latino Minería. (2013). Ecuador - Minera china Junefield adquiere proyectos Río Blanco y Gaby, Ecuador - China's Junefield acquires Río Blanco and Gaby projects. Recuperado de: <http://www.latinomineria.com/2013/04/ecuador-minera-china-junefield-adquiere-proyectos-río-blanco-y-gaby/>
- Martín Duque, J.F. & Bugosh, N. (2013). El remodelado del terreno en la restauración ecológica del espacio afectado por actividades mineras: del uso de criterios geomorfológicos al método GEOFLUV. *Restauración ecológica en minería. De la teoría a la práctica*, 1, 31-46. Recuperado de: [http://www.landformining.igeo.ucm-csic.es/sites/default/files/files/MartinDuque%20y%20Bugosh\\_2013\(3\).pdf](http://www.landformining.igeo.ucm-csic.es/sites/default/files/files/MartinDuque%20y%20Bugosh_2013(3).pdf)
- Matos, A., Silva, G., Boyer, F., Azevedo, R., Amorim, N., & Nepomuceno, A. (2016). Instrumented Field Experiments of Cover Systems for Gold Mine Tailings. *Planning for closure 2016*, 1, 197-205.
- Mudd, G.M. & Boger, D.V. (2013). The ever growing case for paste and thickened tailings: Towards more sustainable mine waste management. *J Aust IMM Bulletin*, 56, 56-59.
- Oyarzún, J. & Oyarzun, R. (2011). *Minería Sostenible: Principios y Prácticas*. Ediciones GEMM – Aula 2 puntonet, MADRID. 422 pp.
- Oyarzún, J., Oyarzun, R., Lillo, J., Higuera, H., Maturana, H. & Oyarzún, R. (2016). Distribution of chemical elements in calc-alkaline igneous rocks, soils, sediments and tailings deposits in northern central Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, 69, 25-42. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0895981116300232>
- San Luis Minerales. (2014). Diagnóstico situacional de las relaciones de la empresa con las áreas de influencia. 9 pp.
- WISE. (2004). Safety of tailings dams. Recuperado de: <http://www.wise-uranium.org/mdas.html>