

## Introducción

La compañía minera QUINTANA SAS, cuenta con licencia ambiental para la explotación de oro en veta y demás minerales concesibles en la Mina Quintana (CORANTIOQUIA, 2007). En el proceso de beneficio se generan los relaves, que son un conjunto de desechos conformados por una mezcla de rocas molidas, agua y minerales; cuyo manejo actual consiste en depositarlos en las relaveras -estructuras diseñadas para contener las arenas (MINENERGÍA & ATG, 2020). La empresa posee interés en la implementación de soluciones que permitan transformar los pasivos en activos ambientales; por tanto, en este trabajo se identificaron las diversas opciones que ofrece la industria y la investigación en torno al reúso de relaves para proponer alternativas viables y sostenibles para su manejo, considerando los aspectos ambientales, sociales y económicos, que busquen reducir el impacto ambiental negativo y promover un uso más eficiente de los recursos disponibles.



## Objetivos

### General

- Proponer posibles oportunidades de reúso viables para la mina Quintana, Remedios, Antioquia, en un marco de economía circular.

### Específicos

- Describir los relaves auríferos y sus principales características.
- Recopilar información sobre los actuales usos y aplicaciones de los relaves auríferos en proyectos similares a nivel mundial.
- Analizar estrategias exitosas de economía circular en la gestión de residuos mineros, centrándose en ejemplos prácticos y aplicables a la situación de la mina Quintana.

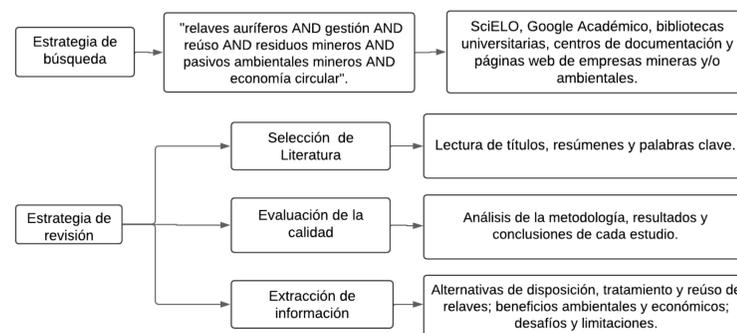


## Metodología

Documento	Propósito	Acciones
Estudios de Impacto Ambiental - EIA	Conocer la información sobre el manejo de relaves	Se analizó la descripción del proyecto y sus componentes. Se revisó e identificó la gestión de los relaves, los impactos y las medidas de mitigación propuestas.
Plan de Obras y Trabajos -POT	Conocer los procesos que se llevan a cabo en el proyecto.	Se revisó la planificación de la extracción, las técnicas y tecnologías propuestas para el manejo de relaves y el diseño de las instalaciones de almacenamiento.
Licencia Ambiental - LA	Comprobar que el proyecto cumple con las condiciones ambientales específicas para el manejo de relaves.	Se revisaron e identificaron las condiciones y restricciones relacionadas con la gestión de los relaves.
Planes de Manejo Ambiental -PMA	Conocer las estrategias de gestión de relaves.	Se revisaron los planes de manejo e identificaron las acciones específicas para la gestión y disposición de relaves.

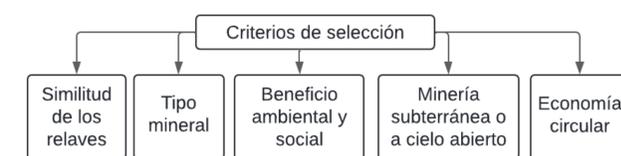
Tabla 1. Documentos de importancia en la fase diagnóstica. Fuente. Elaboración propia.

Figura 1. Estrategia de búsqueda y revisión.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 2. Criterios de selección de los documentos.



Fuente. Elaboración propia.



## Resultados

Autores	Usos	Conclusión	¿Aporta a los procesos de la Mina Quintana?
(Arias, 2022; AngloGold Ashanti, 2021; Auccasi, 2018; Valdés, 2017)	Pavimento	La incorporación de relave minero a la subbase del pavimento flexible influye de manera favorable en el aspecto económico y técnico, mejorando la calidad del agregado.	Si
(Celis & Monsalve, 2023; Arias, 2022; Suarez, 2022; Arias et al., 2021; Cárdenas, 2019; Rodríguez & Ulloa, 2018; Arenas, 2016)	Mezclas de mortero y concreto	Los relaves presentan características homogéneas y pueden ser utilizados en aplicaciones de mortero de revoque y como agregado grueso en mezclas de concreto, cumpliendo con los estándares establecidos en el sector de la construcción. Además, la sustitución del agregado fino por relave en el concreto mejora la resistencia a la compresión y la permeabilidad del material.	Si
(Corporación Alta Ley, 2023; Gutiérrez, 2022; Minería Chilena, 2021; Acosta, 2021; Flores et al., 2019; Pereira, 2018; Romero & Flores, 2010)	Ladrillos, baldosas y bloques de concreto	La elaboración de bloques de concreto y ladrillos sólidos con relaves cumple con normativas técnicas, ofreciendo una solución viable y sostenible para la construcción de estructuras. Además, las propiedades del cemento encapsulan los metales pesados.	No
(Escobar, 2022)	Vitrificación	Los relaves mineros tienen un punto de fusión muy elevado y presentan alta viscosidad, lo que dificulta su trabajabilidad y demanda una gran cantidad de fundentes lo que hace inviable el tratamiento técnico y económicamente.	No
(Henao Casas, 2023; Ika Minería, 2023; Zamareño & Díaz, 2021; Flores, et al., 2019; Jaramillo & Muñoz, 2019; González & García, 2011)	Recuperación de metales	Se propone la caracterización y recuperación de metales presentes en los relaves para su aprovechamiento económico y el desarrollo de la minería de metales raros; con técnicas como la flotación, concentración gravimétrica y la biolixiviación.	Si
(Revista Nueva Minería y Energía, 2024; PortalMinero, 2022)	Hormigón normal y tipo shotcret	Las arenas de relave tienen características similares a la arena convencional, o al menos suficientes para ser utilizada en el hormigón para la fortificación de túneles subterráneos.	Si
(Pardavé, et al, 2022)	Filtros	Es posible incluir el relave minero como material filtrante en la elaboración de filtros para la neutralización del pH en los Drenajes Ácidos Mineros.	Si
(Espín et al., 2021; Quintero Araque & Díaz González, 2020; Fontana & Fracassi, 2020; Bustamante Baena et al., 2019; Beltrán-Rodríguez et al., 2018)	Optimización del almacenamiento y disposición: Espesamiento, filtrado, retrolenado, realce y disposición submarina.	Las alternativas emergentes para el manejo de relaves en la minería de oro tienden a ser beneficiosas, por lo que implementar este tipo de tecnologías podría garantizar un manejo óptimo y seguro de los relaves. Sin embargo, técnicas como la disposición submarina deben evitarse.	Si
(Camargo, 2018)	Cemento	Mediante un nuevo tratamiento térmico y mecánico de estos residuos, se puede duplicar la capacidad del cemento, llegando a reemplazar hasta un 40% del cemento por relave.	No

Tabla 2. Usos de relaves mineros y conclusiones de estudios. Fuente. Elaboración propia.

Aplicación	Plazo	Método
Mantenimiento y/o mejoramiento de vías	Corto	Incorporar los relaves en las mezclas sustituyendo entre el 25 al 30 % del agregado fino (arenas) por relaves.
Mezclas de morteros y concreto		
Filtros	Mediano	Mezclar y ensamblar los materiales de filtrado de acuerdo con las proporciones y el orden indicados en la Figura 10, para el filtro 1. Nota: las dimensiones del filtro dependerán del caudal a tratar; para que el relave no se filtre con el AR debe estar entre dos capas de arena.
Reprocesamiento de los relaves	Largo	Realizar la caracterización minuciosa de los relaves de manera que se identifiquen los metales presentes en este residuo que puedan ser recuperados con el reprocesamiento de estos en la planta de beneficio.

Tabla 3. Recomendaciones para la aplicación de las opciones viables. Fuente. Elaboración propia.

## Conclusiones

- Los estudios realizados en diferentes aplicaciones de los relaves mineros han demostrado que estos pueden ser utilizados de manera efectiva en la construcción de pavimentos, fabricación de materiales de construcción, recuperación de metales y elaboración de morteros.
- El uso de relaves mineros en la construcción de vías demuestra beneficios claros en términos de resistencia y permeabilidad de los materiales, optimizando el uso de recursos y disminuyendo costos.
- La instalación de sistemas de filtración requiere una inversión inicial; sin embargo, los beneficios a largo plazo en términos de cumplimiento normativo y reducción de impactos ambientales justifican esta inversión.
- La caracterización detallada de los relaves y la evaluación de sus propiedades físicas y químicas ayudan a determinar su idoneidad en diversas aplicaciones, ofreciendo una alternativa sostenible y económica para la industria de la construcción.

## Bibliografía

