



Boletín de Ciencias de la Tierra

ISSN: 0120-3630

Universidad Nacional de Colombia

Hernández, Marco; Vallejo, Tommy; Klinger, Luis; Restrepo-Baena, Oscar Jaime

Post minería en Colombia: el camino hacia la sostenibilidad en la minería

Boletín de Ciencias de la Tierra, núm. 54, 2023, Julio-Diciembre, pp. 64-71

Universidad Nacional de Colombia

DOI: <https://doi.org/10.15446/rbct.n54.112119>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169577886004>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Artículo de investigación

54, 2023

DOI: <https://doi.org/10.15446/rbct.n54.112119>

Post minería en Colombia: el camino hacia la sostenibilidad en la minería

Post mining in Colombia: the road to sustainability in mining

Marco Hernández , Tommy Vallejo , Luis Klinger & Oscar Jaime Restrepo-Baena
marhernanos@unal.edu.co, tvallejol@unal.edu.co, laklingerm@unal.edu.co, ojrestre@unal.edu.co
Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Facultad de Minas, Grupo Ígnea. Medellín, Colombia.

Manuscrito recibido: 30 de octubre de 2023.

Recibido en formato revisado: 16 de noviembre de 2023.

Aceptado: 1 de diciembre de 2023.

Resumen

En este artículo se pretende realizar un diagnóstico sobre la situación actual del cierre de las minas en Colombia, transferir el conocimiento y experiencia vivida por Alemania por los autores en ese aspecto, identificar la normatividad que se ha establecido en el país hasta la actualidad con respecto a cierre minero, los desafíos que enfrenta el país, las iniciativas y posibles soluciones que ha efectuado el país en la actualidad para garantizar un cierre adecuado exponiendo casos de éxito y por último se concluye la necesidades, los responsables y la forma de abordar este tema tan importante y álgido para el país.

Palabras clave: post-minería; cierre de minas; sostenibilidad; minería; ambiente; transición energética; legislación minera.

Abstract

This article aims to make a diagnosis of the current situation of mine closure in Colombia, to transfer the knowledge and experience lived by Germany in this aspect, to identify the regulations that have been established in the country to date concerning to mine closure, the challenges faced by the country, the initiatives and possible solutions that the country has carried out at present to ensure proper closure exposing success stories and finally concludes the needs, those responsible and how to address this relevant and critical issue for the country.

Key words: post-mining; mine closure; sustainability; mining; environment; energy transition; mining legislation.

1. Introducción

El cierre de minas es un tema de gran importancia tanto en la industria minera de Colombia como a nivel mundial, dadas las implicaciones sociales, económicas, técnicas y ambientales que se presentan en cada uno de los territorios. La explotación de los recursos minerales es una actividad que, si no se lleva a cabo de manera sostenible y responsable, puede tener consecuencias graves para el medio ambiente, la sociedad y la economía. En este artículo se pretende realizar un diagnóstico sobre la situación actual del cierre de las minas en Colombia, los desafíos que enfrenta el país, las iniciativas que tiene el país para garantizar un cierre adecuado y una

mirada a países ejemplo como Alemania y su conocimiento al respecto del tema.

Con el fin de fortalecer el conocimiento sobre el cierre de minas mediante convocatoria del ministerio de ciencias y educación se realizó transferencia de conocimiento entre universidades alemanas y colombianas. En esta se compartió la experiencia de Alemania y su transición sostenible a un país sin minería.

En la región minera de Alemania la explotación de carbón fue la economía predominante por dos siglos, en especial la región del Ruhr, esta era la base para la industria del hierro, el acero, la producción de energía y el sistema energético. Se estima que la producción pasó de medio millón en 1870 a un

Como citar este artículo:

Hernández, M., Vallejo, T., Klinger, L. and Restrepo-Baena, O.J., (2023). Post minería en Colombia: el camino hacia la sostenibilidad en la minería.. 54, pp. 64 - 71. DOI:<https://doi.org/10.15446/rbct.n54.112119>.

millón en 1910 y para 1937 solo la región del Ruhr estaba produciendo cerca de 128 millones de toneladas de carbón. Luego vino la segunda guerra mundial el boom de 1960 y su posterior decrecimiento dejando atrás muchas tareas de cierre.

Así entre 1960 y el 2000 la producción paso de 150 millones de toneladas anuales a 25 millones, lo que llevo al cierre de la mayoría de las minas y despidos masivos pasando de casi cerca de 600 mil trabajadores a apenas unos 50 mil. Creando bastantes desacuerdos y protestas del sector minero. Como resultado el sector minero recibió subsidios del gobierno desde 1958 hasta el 2002, un aproximado de 157.7 billones de euros del presupuesto patrimonial para que la economía de las diferentes regiones no se viera tan afectada. Al final sin el subsidio del gobierno la minería no fue viable (Kretschmann et al., 2022).

Así pues, para el 2007 la comisión europea, el parlamento alemán, los estados mineros alemanes y la compañía RAG acordaron establecer un plan de cierre definitivo. Y en el 2018 se dio una ceremonia conmemorativa en el que dos siglos de la industria minera del carbón llegaban a su fin igual que sus subsidios.

En resumen, la minería fue el motor económico de Alemania durante casi dos siglos, por lo que su declive implicó importantes efectos financieros, así como profundas transformaciones sociales, especialmente para la región del Ruhr donde la minería del carbón siempre fue una actividad ancestral inmersa en la identidad de sus habitantes (Aristizabal-H et al., 2023).

Aunque los problemas laborales fueron mitigados por los programas de jubilación anticipada y los subsidios, esto era inviable a largo plazo. Además, no remedio por completo los impactos colaterales de poner fin a una actividad que impulsa la socioeconomía de la región a través de encadenamientos productivos (Suwala, 2013).

Colombia es el cuarto exportador más grande carbón térmico y el carbón representa 1/5 de los ingresos de la balanza comercial del país.

Dos importantes productores de carbón térmico, Cerrejón y Prodeco, iniciaron recientemente la planificación del cierre de sus minas. Este proceso forma parte de la vida productiva de cada mina y, por lo general, dura entre 10 y 15 años. Pero la demanda de carbón de Colombia podría caer mucho antes. El panorama de cierre minero es de gran incertidumbre en el País, en la actualidad no se ven iniciativas concretas tanto en el gobierno como la industria privada para mitigar este tipo de escenarios eventualmente.

La institucionalidad minero-energética de Colombia reconoce que el desarrollo de la minería y su culminación sin la aplicación de normatividad técnica y ambiental causa el deterioro y la degradación de los ecosistemas, afectando los beneficios directos e indirectos que reciben las personas y generando problemas sociales y económicos para las comunidades que viven en las zonas afectadas.

2. Metodología

La metodología utilizada para la investigación combina el análisis conceptual con actividades de diagnóstico, se realizó

una revisión sistemática de literatura (artículos científicos, revistas indexadas, bases de datos y unidades estratégicas), un análisis preliminar de áreas y proyectos de intervención del gobierno, así como la consideración de experiencias propias en el desarrollo de actividades mineras como técnicas exploratoria y analítica para la recolección de información relevante, actualizada y efectiva, esto con el fin de ofrecer una visión integral del diagnóstico del cierre de minas en Colombia.

El análisis conceptual es el punto inicial de la investigación el cual implicaba definir los conceptos clave relacionados con el cierre de minas. Luego las actividades diagnósticas consistieron en recopilar datos e investigar sobre el terreno para comprender la situación actual del cierre de minas en Colombia, esto se fundamentó en la revisión de proyectos de intervención estatal, el marco normativo actual aplicable para títulos mineros vigentes y las condiciones actuales de algunas áreas en Colombia con actividades mineras abandonadas.

La revisión bibliográfica se realizó a partir del estudio de diversas fuentes académicas y documentos gubernamentales acerca de la minería y el proceso de cierre de minas en Colombia. Esto ha permitido contextualizar la investigación y considerar el marco aplicable del cierre de minas a nivel nacional.

Como principales fuentes de consulta se encuentran: ANM, MME, ANLA, ANH. Estas entidades gubernamentales fueron contactadas por medio de correo electrónico y estuvieron de acuerdo en compartir información de sus bases de datos.

3. Hallazgos

Luego de ver el poco contexto de Colombia con respecto al cierre minero y lo sucedido en Alemania, surgen algunos interrogantes, entre ellos: ¿Cómo está el país a nivel legislativo? Para responder esta pregunta se realizó un análisis de los antecedentes y se realizó una línea de tiempo de la normatividad hasta la actualidad.

El cierre de minas es de la naturaleza propia de la explotación (Art 95 Ley 685 de 2001). El plan de cierre y abandono de mina es objeto de formulación antes del inicio formal de la etapa de explotación, dado que es necesario adjuntarlo en el programa de trabajo y obras (Art . 84 Ley 685 de 2001).

Los antecedentes del cierre minero en Colombia datan de 1974 con el decreto Ley 2811 que abarca el proceso de cierre y abandono de mina. Atañe en cierta medida al cuidado de los ecosistemas y vela porque luego de la actividad minera estos queden en perfecto estado. Se constituye en uno de los delimitadores legales que se deben tomar en cuenta ya que fija los estándares sobre los cuales el concesionario deberá entregar los recursos adjudicados.

Luego en 1988 con la expedición del decreto 2655, aunque no es precisamente sobre cierre minero, se comienza a mencionar temas como restauración morfológica, plan de manejo de aguas superficiales y subterráneas, conformación final de los taludes y las medidas de estabilidad de estos (Art 117).

La ley 99 de 1993 en el artículo 60 establece la obligatoriedad de la restauración o sustitución morfológica y ambiental de todo el suelo intervenido con la explotación, por cuenta del concesionario del título minero. Además, dispone en el artículo 57, en el estudio ambiental deberá contener lo relacionado con el diseño de los planes de prevención, mitigación, corrección y compensación de impactos ambientales de la obra u actividad. Así de una forma implícita se habla de cierre minero.

En la Ley 685 de 2001 se definió con base en el artículo 32 de la Ley 80 de 1993 el término concesionario, este es quien está en la obligación del cierre o abandono de los trabajos y obras correspondientes.

En Colombia la formulación de los planes de cierre y abandono de mina son requisito para el otorgamiento del contrato de concesión, toda vez que este hace parte del plan de manejo ambiental, documento a su vez, incluido en el Plan de Trabajo y Obras (Art 84 Ley 685 de 2001) (Ospina Betancur & Molina Escobar, 2013).

También se encuentran las Guías Minero-Ambientales (Ministerio de Minas y Energía-Ministerio del Medio ambiente, 2002) (Resolución 18-0861de 2002). Especialmente la Guía de Explotación que proporciona el primer acercamiento técnico que en el territorio nacional se debe tener en cuenta para realizar el cierre y abandono de minas.

El decreto 2820 de 2010 en el artículo 40 trata con mayor profundidad el tema de la fase de desmantelamiento y abandono en cualquier proyecto en esta establecen que se debe realizar una descripción del proceso de desmantelamiento con descripción de medidas de manejo y actividades de restauración y por último, la ubicación de la infraestructura objeto de desmantelamiento y las obligaciones administrativas (cumplidas y por cumplir) y los costos de las actividades de implementación de las medidas descritas.

Se podría considerar otro tipo de cierre las áreas excluidas de la minería ya que estas áreas quedan vetadas mediante actos legislativos y administrativos en el país la normativa al respecto está constituida por el artículo 34 del Código de Minas, la Ley 1450 de 2010 (art. 202, 203, 206 y 207) y más recientemente por la Resolución 0705 de 2013 y el Decreto 1374 de 2013 ambos expedidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible con ellos, según cálculos del gremio minero, se estaría impidiendo la actividad en cerca del 70% del territorio nacional.

Ley 685 del 2011 recoge diferentes artículos que tienen aspectos relacionados con el cierre y abandono de minas como:

- Decreto 0933 del 9 de mayo de 2013 por el cual se dictan disposiciones en materia de formalización de minería tradicional y se modifican unas definiciones del Glosario Minero.
- Es importante resaltar el análisis comparativo de los marcos legales para el cierre de minas en el Estado Plurinacional de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú. Tabla 1. (Morales & Hantke Domínguez, 2020).

De esta forma se consolidó un barrido histórico de la normatividad establecida para el cierre de Minas en Colombia

un cuadro comparativo con respecto a otros países de Latinoamérica.

Entonces, ¿qué significaría para Colombia una rápida caída de la demanda de la minería y su cierre? ¿Y qué discusión se está dando a nivel nacional sobre tal escenario?

Cualquier cierre en la producción minera tiene efectos significativos en los ingresos públicos, las inversiones en el país y en la capacidad de prestar servicios públicos (El Colombiano, 2018).

Actualmente, las operaciones de carbón a gran escala en los departamentos de Cesar y La Guajira generan alrededor de 30.000 empleos directos. Las pequeñas y medianas minas generan 100.000 empleos adicionales en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Norte de Santander, Santander y Antioquia (Daza, 2017).

Las opciones de empleo en los departamentos del Cesar y La Guajira son limitadas, particularmente para una fuerza laboral con bajos niveles educativos. Ninguno ofrece salarios equivalentes a los de la minería. Otra preocupación clave es que los cambios en los niveles de ingresos de los hogares y en los gastos locales de las empresas mineras tendrán efectos de flujo para la economía regional.

Otra inquietud, planteada es que la disminución de la producción desencadenará flujos migratorios desde las zonas mineras hacia el centro regional. Esto ocurrió a finales de la década de 1980 y principios de la de 1990, tras el declive de la industria algodonera (DNP y Gobierno del Cesar 2011). Las grandes afluencias de población y fuerte disminución de las regalías podrían tener graves repercusiones en la prestación de servicios, como el agua, el saneamiento, la salud y la educación. Algunos temen que también pueda crear inestabilidad e inseguridad social si los gobiernos no se preparan para esa posibilidad (Cesar, 2011).

Otro de los desafíos fundamentales que enfrenta Colombia en este aspecto es la gestión adecuada de los pasivos ambientales. Las minas abandonadas o cerradas incorrectamente pueden causar contaminación del agua, del suelo y del aire, lo cual tiene un impacto negativo en la salud humana y la biodiversidad.

En muchos casos, las empresas mineras han cesado sus operaciones sin asumir plenamente la responsabilidad del cierre de las minas y la restauración ambiental. Esto ha generado la necesidad de establecer mecanismos financieros para garantizar que los costos involucrados sean cubiertos integralmente y que se convierta en una responsabilidad directa del estado colombiano.

El marco normativo en Colombia respecto al cese de actividades mineras ha experimentado cambios a lo largo del tiempo, pero aún enfrenta dificultades en cuanto a su claridad y aplicación efectiva. Es fundamental contar con una legislación sólida y coherente que asegure la implementación adecuada de prácticas para el cierre de mina.

De acuerdo con lo expuesto y aun así no ha habido un debate público sobre la preparación para declinación de la minería. Los documentos de políticas clave a nivel nacional, departamental y municipal no consideran los cierres de minas y sus impactos potenciales.

Tabla 1.

Análisis comparativo de los marcos legales para el cierre de minas

Normativa	Bolivia	Chile	Colombia	Ecuador	Perú
Constitución política reconoce y protege el derecho a un medioambiente sano	Si	Si	Si	Si	Si
Constitución política regula materias ambientales	Si	No	Si	Si	Si
Constitución política regula materias mineras	Si	Si	Si	Si	Si
Constitución política reconoce a los pueblos originarios	Si	No	Si	Si	Si
¿Existe ley de cierre de minas?	No	Si	No	No	Si
Normativa minera que regula el cierre.	Si	Si	Si	Si	Si
Existe diferenciación entre pequeña o artesanal, mediana y gran minería.	Si	Si	Si	Si	Si
La evaluación de impacto ambiental de una mina incluye etapas de cierre y poscierre.	Si	Si	Si	Si	Si
Periodo de ejecución del poscierre.	3 años	Perpetua para el mantenimiento del rajo y del tranque de relave. 50 años para monitoreo de aguas superficiales.	3 años	Hasta el cierre completo de operación y 1 año posterior a la finalización del periodo de vigencia de las concesiones.	Plazo no inferior a 5 años.
Existen Normas Sectoriales sobre estabilización física y química que regule el cierre de una mina.	No	Si	Si	No	Si
Los titulares del proyecto minero deben garantizar las labores de cierre y poscierre.	No	Si	Si	Si	Si
Tipo de instrumentos de garantía de labores de cierre y de poscierre.	No Aplica	Múltiples Instrumentos Financieros.	Póliza minero-ambiental.	Póliza o garantía por responsabilidades ambientales	Múltiples Instrumentos Financieros y civiles.

Fuente: Adaptado de “Guía metodológica de cierre de minas”(p. 13-14), por Morales, A., & Hantke Domas, M. (2020). de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46532-guia-metodologica-cierre-minas>.

La agricultura y la ganadería son algunas alternativas mencionadas, pero convertir a estos sectores en el motor de la economía regional post minería representa un desafío. Su productividad se ve obstaculizada por importantes deficiencias estructurales, como la falta de infraestructura, el acceso desigual a la tierra, los conflictos por el uso de la tierra, la debilidad de las cadenas de suministro y los altos niveles de migración y desigualdad social (OECD, 2015).

Incluso si se aborda la agricultura, esta no es un sustituto directo de la minería. Los salarios de la minería suelen ser al menos el doble de los del sector agrícola, y muchos empleados de la minería pueden no estar interesados en entrar en los sectores de la agricultura y la ganadería. El turismo es otro posible sustituto, dado el atractivo cultural y natural de la región en general. Sin embargo, las zonas productoras mineras tienen poca infraestructura turística

Algunos autores han tratado de analizar si la problemática de cierre de mina puede ser resuelta solo por medio de una prestación económica a la comunidad y han llegado a conclusiones como que lo ideal sería que los recursos económicos destinados para ello se asignan en especie o bien e inversiones que ayuden aumentar el capital humano, social y económico de los habitantes mediante estrategias de responsabilidad social empresarial que promuevan la creación de empleo y dinamización de la economía. Debido a que habitualmente los proyectos extractivos se desarrollan en lugares con altos índices de pobreza o de necesidades básicas insatisfechas, no es conveniente la asignación de recursos económicos ya que estas se destinarían, en buena parte, a satisfacer parte de esas necesidades creando una dependencia

con el proyecto, lo cual es contraproducente. Así como sucedió en Alemania con los subsidios, la capacitación y formación de los habitantes para realizar otro tipo de labores, la cofinanciación de iniciativas de emprendimiento y la creación de cooperativas en otros sectores productivos serían buenas políticas para implementar.

Sería ideal que, además de establecer normativas más rigurosas que exijan la internalización de los costos de cierre y costos ambientales en los proyectos, se creen políticas públicas enfocadas en estimular la transferencia efectiva del capital económico a las comunidades mediante estrategias dirigidas al mejoramiento de su calidad de vida y de garantizar medios de subsistencia para el futuro (Oliveros Sepúlveda, 2020). Sin embargo, aún con los desafíos vistos y sin el contexto normativo suficiente delimitado para orientar los procesos de cierre de minas y post-cierre Se han demostrado casos de éxito en Colombia donde lo importante no fue la prestación económica sino el esfuerzo transformador realizado.

Las minas presentan una gran oportunidad para convertirse en museos y si cuentan con suficientes atractivos en un territorio extenso, se podrían convertir en parques temáticos cuyo hilo conductor es la minería (Orche, 2003). Los parques mineros podrían ser un complemento adicional a los proyectos de desarrollo que surgen en una zona minera cuando las minas cierran, ayudando a crear puestos de trabajo.

Poco se ha estudiado en Colombia sobre el patrimonio minero. Sin embargo, algunos museos se encuentran en ciudades capitales donde hay hallazgos del desarrollo de civilizaciones

antiguas. Se pueden citar entre otros La Catedral de Sal de Zipaquirá, el Museo de la Sal de Nemocón, el Museo del Oro y el Museo de la Sal de Zipaquirá, los museos de la Esmeralda en Bogotá, el Parque Ecológico del Carbón en Amagá (Antioquia) y los centros de investigación y museos de paleontología en Villa de Leyva.

El ejemplo más considerable es la antigua mina de sal de Zipaquirá, la cual es un albergue turístico insignia del municipio de Cundinamarca, que recibe a más de 540.000 turistas al año según el diario La República (2020), mina que es originaria desde los tiempos de los antiguos indígenas muiscas, hace más de 400 años.

En América Latina también existe un creciente interés por cuestiones relacionadas con el patrimonio geológico. El geo patrimonio siempre está asociado a la geología y al papel que tiene la población humana en la adaptación y configuración del paisaje (Rosado-González, 2018).

Desde el cierre de minas se pueden encontrar ejemplos de Geo patrimonio tales como:



Figura 1. Panorámica Patio Estoraques

Nota. Adaptado de “Museums of Geological and Mining Heritage. Case Study for el Suspiro Mine (Cúcuta, Colombia)” (p. 4), por Y. Castro, 2021 de Revista de la Sociedad Geológica de España 34(1)

Patio Estoraques. Estas características erosivas desarrolladas sobre sedimentos de grano fino no consolidados de la Formación Guayabo son el resultado de la meteorización y la erosión acelerada a la que han estado expuestos por la minería de arcilla y caliza (Fig. 1). Estos pedestales son atractivos por la belleza natural que los hace únicos y pueden ser de gran interés, incluso para personas sin formación específica en ciencias de la Tierra.

Museo Agua Linda. El Museo Agua Linda fue creado por iniciativa de Saddy Molina, el 23 de enero de 1975. (Fig. 2).

Estos elementos arqueológicos fueron encontrados en los alrededores de la vereda Agua Linda, principalmente en la zona de la mina El Suspiro. Otros hallazgos de la zona incluyen una gran variedad de fósiles marinos del Cretácico cuando la zona era un mar interior (gran variedad de ammonites), así como restos de peces, fragmentos de costillas no identificadas, y también se informa del hallazgo de un reptil marino.

Geoturismo Mina “El Esmeraldal”. La Mina “El Esmeraldal”, ubicada en Muzo, Boyacá, es una mina con frentes cerrados y activos, acondicionados para el geoturismo en la actualidad, destacando al municipio, capital mundial de la esmeralda, como patrimonio cultural de Colombia la tradicionalidad minera.

Otros ejemplos y casos importantes de oportunidades de cierre minero en Colombia son:



Figura 2. Fósiles en el Museo de Agua Linda

Nota. A) Molde externo de Amonita, B) Amonita, C) Esponja Marina y Coral, D) Humero de un Mastodonte, E) Hueso Equus Iliaco, F) Mandíbula de Megaterio. Adaptado de “Museums of Geological and Mining Heritage. Case Study for el Suspiro Mine (Cúcuta, Colombia)” (p. 6), por Y. Castro, 2021 de Revista de la Sociedad Geológica de España 34(1).



Figura 3. Vista General del museo de la Universidad Francisco de Paula Santander

Nota. Adaptado de “Museums of Geological and Mining Heritage. Case Study for el Suspiro Mine (Cúcuta, Colombia)” (p. 7), por Y. Castro, 2021 de Revista de la Sociedad Geológica de España 34(1)

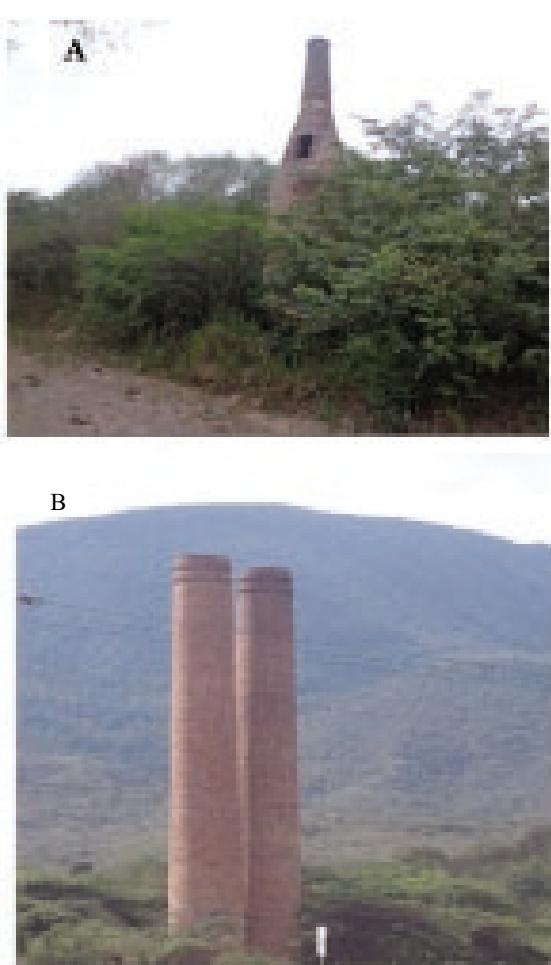


Figura 4. Estructuras abandonadas desde 1998

Nota. A) Horno Kiln Antiguo, B) Horno de chimenea en la fábrica de Vados. Adaptado de “Museums of Geological and Mining Heritage. Case Study for el Suspiro Mine (Cúcuta, Colombia)” (p. 7), por Y. Castro, 2021 de Revista de la Sociedad Geológica de España 34(1)

Museo Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS). Este museo exhibe los equipos utilizados durante el desarrollo del programa de ingeniería de minas de la UFPS.

Estos objetos se convirtieron en piezas de museo debido a su antigüedad (50 años). También hay equipos antiguos, en buenas condiciones, que se utilizaban para detectar gases como lámparas de seguridad o de bencina, detectores gravimétricos de polvo, bombas de fuelle, detectores eléctricos, metanómetros y otros equipos (Fig. 3).

Estructuras abandonadas. En 1924, el Sr. Francisco Antonio Entrena descubrió un yacimiento de piedra caliza camino a Agua Linda. Al cabo de unos años, se fundó la fábrica San José de Cúcuta. En la zona de la mina, donde se calcinaba la materia prima, se conservan restos de hornos en buen estado a pesar del abandono (Fig. 4. A) y algunos hornos abandonados utilizados por la industria cerámica (Fig. 4. B). Instalaciones post industriales de la minería que están sirviendo como patrimonio histórico y turístico.

Centro poblado-Cierre de canteras y agregados. Otro caso importante de éxito es el cierre de canteras y agregados en el nororiente de la ciudad de Medellín, en el barrio los colores, donde se levantó sobre una antigua mina de materiales de construcción un proyecto habitacional de más de 8 torres y unidades de apartamentos, convirtiendo la antigua cantera en un centro poblado.

4. Conclusiones

La institucionalidad minero-energética de Colombia reconoce que el desarrollo de la minería y su cierre sin la aplicación de normatividad técnica y ambiental causa el deterioro y la degradación de los ecosistemas, afectando los beneficios directos e indirectos que reciben las personas y generando problemas sociales y económicos para las comunidades que viven en las zonas afectadas.

El alto nivel de informalidad, la falta de seguimiento y control eficiente de la actividad minera y su cierre, los conflictos sociales y de orden público, y las explotaciones que existían antes de la entrada en vigencia del referente normativo ambiental actual en algunas regiones, son algunas de las causas de la falta de gobernabilidad.

Algunos autores como Esteban Ospina Betancur y Jorge Martín Molina Escobar concluyen en su artículo que no existe la necesidad de expedición de una ley específica que regule

para Colombia el tema de cierre y abandono de minas. Si bien ella no existe de manera unificada, se encuentra diseminada en diferentes leyes y decretos que existen en el país sobre normativa ambiental y minera delimitada jurídicamente, ellos resaltan especialmente: la Ley 99 de 1993, el Decreto-Ley 2811 de 1974 y la Ley 685 de 2001 (Ospina Betancur & Molina Escobar, 2013). Mas bien destacan que, así como han hecho otros países de Latinoamérica y del mundo. El Ministerio de Minas y el Ministerio de Ambiente deberían elaborar una cuarta guía que se dedique exclusivamente a tratar el tema de cierre y abandono de mina.

De acuerdo con lo expuesto, es relevante adoptar una disposición única y exclusiva, sea una guía, un decreto, o un complemento de ley de estricto cumplimiento que permita orientar la formulación, ejecución, seguimiento e interventoría de los procesos de cierre de minas y post minería en Colombia basado en experiencias de éxito como se han obtenido en Perú, Chile, Alemania, entre otros, países los cuales cuentan con un estándar específico en torno al cierre minero.

Los gobiernos requieren que las faenas desarrollen cierres de minas exitosos, para asegurar que no heredarán un pasivo ambiental o una obligación permanente. Esto implicará que los gobiernos deben realizar un esfuerzo para mejorar el control y la fiscalización de los planes de cierre, con el objeto de identificar de forma temprana posibles desviaciones.

Para los criterios de cierre es necesario definir algunas directrices que permitan desarrollar una metodología de acuerdo con la mina, entre los principales se debe considerar:

- Ser específicos y acordes para la realidad de cada faena.
- Deben ser flexibles y adaptarse a los cambios de la mina y la tecnología.
- Considerar revisiones periódicas.
- Considerar evaluaciones o auditorías periódicas, que permitan asegurar que el avance de la rehabilitación avanza acorde a lo planificado y en caso de existir brechas buscar soluciones en el corto plazo.
- Establecer criterios vinculados al uso final de la tierra, los cuales deben estar identificados y consensuados con las comunidades y autoridades municipales (Morales & Hantke Domas, 2020).

Todo lo expuesto en este documento demuestra que:

- La anticipación a largo plazo es clave.
- La coordinación entre los gobiernos a diferentes escalas, y la participación de las comunidades locales, las empresas mineras y los sindicatos, es esencial.
- Un aspecto importante de los esfuerzos de planificación es establecer apoyo financiero para las transiciones.

La planificación preventiva para el abandono es un proceso complejo que involucra a múltiples intereses, grupos e instituciones. Es importante identificar espacios de política para realizar un debate público hacer un balance de las iniciativas en curso de los actores públicos y privados, y acordar estrategias para abordar y financiar los componentes socioeconómicos del declive minero.

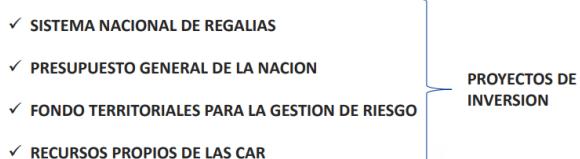
Se debería comenzar a planificar tanto a nivel nacional

como subnacional. Para ello, es fundamental la participación de las instituciones de planificación, minería, medio ambiente y desarrollo rural, así como la participación de otros sectores de la sociedad, incluidas las asociaciones empresariales locales y regionales, los grupos de la sociedad civil, las instituciones académicas y las organizaciones de formación profesional.

La experiencia de Alemania es un gran ejemplo de referencia, por tanto, Colombia debería ir adelantando estos procesos y tener de guía a su contraparte alemana. Algunas de las estrategias abordadas en el espacio de transferencia de conocimiento y como estrategias para una etapa de cierre fueron: Realizar la transición convirtiendo las minas en museos, en lugares de siembra, sitios para producción camaroneña, patrimonio histórico, las instalaciones post industriales tomaron nueva vida como sitios de rutas turísticas y proyectos de energía como centrales hidroeléctricas reversibles.

El futuro uso de un territorio depende de su legado. Los riesgos para las comunidades aledañas a una operación minera y la reputación de la industria se ven afectada cuando las unidades de producción minera o instalaciones son abandonadas y/o surgen impactos ambientales negativos en el largo plazo pasivos mineros.

Como posibles fuentes de financiación para iniciativas de proyectos mineros en etapa de cierre con interés estratégico cultural, industrial, turístico, así como para la recuperación de pasivos ambientales producto de las minas en estado de abandono, se recomienda aplicar a proyectos de inversión según como sigue:



Bibliografía

- Aristizabal-H,G., Goerke-Mallet, P., Kretschmann, J., and Restrepo-Baena, O.J., (2023). Sustainability of coal mining. Is Germany a post-mining model for Colombia? Resources Policy, 81, art. 103358. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103358>
- Departamento Nacional de Planeación, y Departamento de Cesar y. (2011). Visión Cesar Caribe 2032: un departamento en crecimiento generando bienestar. Estadísticas Producción Oficial de Minerales en Colombia. SIMCO. [en línea]. Disponible en: http://www1.upme.gov.co/simco/Reportes_%20SIMCO/Página_s/Busqueda.aspx
- Daza, S.H., (2017). Colombia no sería la misma sin su carbón. Rev. Semana. [en línea]. Disponible en: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/carbon-la-base-de-todo-/articulo/la-importancia-del-carbon-en-colombia/535801>
- Kretschmann, J., Melchers, C., Goerke-Mallet, P., Hegemann, M., and Brueggerhoff, S., (2022). Done for Good. Selbstverlag der Technischen Hochschule Georg Agricola.

- Morales, A., y Hantke-Domas, M., (2020). Guía metodológica de cierre de minas. [en línea]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46532-guia-metodologica-cierre-minas>
- OECD. (2015). OECD Review of agricultural policies: Colombia 2015. [en línea]. Disponible en: <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1787/9789264227644-en>
- Oliveros-Sepúlveda, D., (2020). Inclusión de costos ambientales y de cierre de mina en el planeamiento minero estratégico de un depósito carbonífero. Tesis de grados MSc. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Medellín, Colombia, 86 P.
- Orche, E., (2003). Puesta en valor del patrimonio geológico-minero: el proceso de adaptación de explotaciones mineras a parques temáticos. En Villas-Boas, R.C., González, A. y Sá, G. (Eds.), Patrimonio geológico y Patrimonio geológico y minero en el contexto del cierre de minas. CETEM-CYTED-IMAAC-CNPq, Rio de Janeiro, Brasil, pp. 51-65.
- Ospina-Betancur, E., y Molina-Escobar, J.M., (2013). Legislación colombiana de cierre de minas. ¿es realmente necesaria?. Boletín de Ciencias de la Tierra [en línea]. (34), pp. 51-64. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169530075006>
- Rosado-González, E.M. (2018). Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Situación y perspectivas nacionales. En: Palacio-Prieto, JL (coord.), Sánchez Cortez, JL y Schilling, ME (Eds.), Colección: Geografía para el Siglo XXI. Libros de Investigación 18, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, 265 P.
- Suwala, L., (2013). Multinationals and economic geography: location, technology and innovation. Regional Studies, 47(8), pp. 1377-1379. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.830363>.
- M.A. Hernández-Ospina**, es Ing. de Petróleos de la Universidad Nacional de Colombia, MSc. en Gestión en la Industria de los Hidrocarburos de la Universidad Viña del Mar, Chile, Esp. en Mercados de Energía de la Universidad Nacional de Colombia y Dr. en curso en la Universidad Nacional de Colombia. Enfoque de investigación en evaluación técnico-económica de proyectos minero-energéticos por medio de modelación y simulación.
ORCID: 0009-0000-4568-8214
- T. Vallejo**, es Ingeniero de Minas y Metalurgia de la Universidad Nacional de Colombia, estudiante de Maestría en el programa de Ingeniería: Recursos Minerales. Interés especial en el área de Cierre de Minas, Gestión de Proyectos de Ingeniería.
ORCID: 0009-0001-0312-9008
- L. Klinger**, es Ingeniero de Minas y Metalurgia de la Universidad Nacional de Colombia, estudiante de Maestría en el programa de Ingeniería: Recursos Minerales. Interés especial en el área de Economía Circular, Sostenibilidad en minería.
- O.J. Restrepo-Baena**, es Ingeniero de Minas y Metalurgia de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia. MSc. en Evaluación de Impactos Ambientales y Dr. en Metalurgia y Materiales de la Universidad de Oviedo, España. Estancia Post-Doctoral en el laboratorio de I+D de la Empresa Nubiola en Barcelona, España. Se encuentra vinculado como docente al Departamento de Materiales y Minerales de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia y es el director del Observatorio Ignea, hace parte del Grupo del Cemento y Materiales de Construcción, así mismo es miembro del el Instituto de Minerales – CIMEX, donde participa en proyectos de investigación y se encarga del área de Metalurgia Extractiva: procesos físico químicos asociados a la industria metalúrgica y coordinador del grupo de Sostenibilidad en industrias Extractivas.
ORCID: 0000-0003-3944-9369