

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 40109 DE 2022

(marzo 18)

por medio de la cual se establecen los lineamientos para el ejercicio de las actividades de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano y se adoptan otras disposiciones.

El Ministro de Minas y Energía, en uso de las facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas por el artículo 208 de la Constitución Política, los artículos 60 y 61 literales a) y b) de la Ley 489 de 1998, el numeral 2 del literal A) del artículo 7° de la Ley 2056 de 2020 y el artículo 2°, numeral 1 del Decreto 381 de 2012 y,

CONSIDERANDO:

Que la Ley 2056 de 2020 reglamentó el contenido del artículo 361 de la Constitución Política, modificado por el Acto Legislativo 5 de 2019 y en el numeral 9 del artículo 2° estableció que hacen parte de los fines y objetivos del Sistema General de Regalías (SGR) “*Propender por la generación de conocimiento del subsuelo colombiano, así como que la exploración y explotación de recursos naturales no renovables promuevan los procesos de la transición energética, la protección ambiental y los derechos humanos, en el marco de la normativa vigente y los estándares internacionales reconocidos por el Estado colombiano*”.

Que la Ley 2056 de 2020 asignó al Ministerio de Minas y Energía en el numeral 1 literal A) del artículo 7° la función de: “*Formular, articular y hacer seguimiento a la política sectorial y coordinar la ejecución de sus entidades adscritas y vinculadas que cumplan funciones en el ciclo de las regalías*”.

Que el numeral 2, literal A) del citado artículo, señala como función del Ministerio de Minas y Energía “*Establecer los lineamientos para el ejercicio de las actividades de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo; de la exploración y explotación de recursos naturales no renovables; y de la fiscalización de la exploración y explotación de recursos naturales no renovables, procurando el aseguramiento y optimización de la extracción de los recursos naturales no renovables, así como en consideración de las mejores prácticas de la industria*”.

Que el numeral 3, literal A) ibídem, señala como función de este ministerio “Distribuir los recursos que sean asignados para la fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y al conocimiento y cartografía geológica del subsuelo, de acuerdo con las prioridades del Ministerio de Minas y Energía.”

Que en el numeral 1, literal B) del mencionado artículo se dispone que “El Servicio Geológico Colombiano o quien haga sus veces, además de las funciones establecidas en la ley, ejercerá las actividades relacionadas con el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano”.

Que en el párrafo primero del literal B) del artículo 7° de la Ley en mención se señala que: “Las entidades adscritas y vinculadas del Ministerio de Minas y Energía que cumplan funciones en el ciclo de las regalías ejecutarán los recursos que les sean asignados para tal fin, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de Minas y Energía. Así mismo, podrán desarrollar las funciones con recursos propios que posean, adquieran o reciban a cualquier título cuando así lo requiera”.

Que el artículo 15 de la citada Ley estipula que: “El conocimiento y la cartografía geológica del subsuelo como actividad del ciclo de las regalías, deberá estar orientado principalmente al desarrollo de actividades de investigación con el objeto de obtener, complementar y profundizar el conocimiento del potencial del país en los recursos naturales no renovables del suelo y del subsuelo colombiano”. De igual forma, el párrafo del precitado artículo establece que: “El Servicio Geológico Colombiano podrá brindar apoyo a las actividades de prospección y exploración, geoamenazas, prospección de aguas subterráneas, identificación y planes de ordenamiento territorial en los municipios productores, a partir de la información de la que se disponga como consecuencia del reconocimiento, prospección y exploración del territorio nacional que está a su cargo y conforme al presupuesto que del Sistema General de Regalías le sea asignado para tal fin”.

Que el Ministerio de Minas y Energía elaboró el Documento: “Lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, en el ciclo de las regalías”; el cual describe los lineamientos generales para el ejercicio de las actividades de conocimiento y cartografía geológica, en el ciclo de las regalías orientado a la identificación del potencial de los recursos del suelo y del subsuelo colombiano.

Que los lineamientos citados anteriormente se han identificado por su relevancia para el sector minero energético en la contribución del desarrollo económico del país, así como en la sostenibilidad del Sistema General de Regalías e ingresos para la nación y que el Ministerio de Minas y Energía como cabeza de sector considera deben seguir avanzando en el corto, mediano y largo plazo. Igualmente, en dicho documento se relacionan los indicadores generales que permitirán el seguimiento a la implementación de los mismos.

Que por lo expuesto anteriormente, se hace necesario por parte del Ministerio de Minas y Energía establecer los lineamientos para el ejercicio de la función de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano en el ciclo de las regalías, encaminadas al desarrollo de actividades de investigación que incidan en tener mayor conocimiento del potencial que tiene el país en recursos naturales no renovables, con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los objetivos estratégicos que adelanta el sector.

Que en cumplimiento de lo establecido en el numeral 8 del artículo 8° de la Ley 1437 de 2011, en concordancia con lo previsto en las Resoluciones 4 0310 y 41304 de 2017, el texto del presente acto administrativo se publicó en la página web del Ministerio de Minas y Energía para comentarios de los interesados, del 15 de diciembre de 2021 hasta el 30 de diciembre de 2021 y las observaciones presentadas fueron analizadas y algunas se tuvieron en cuenta de acuerdo con su pertinencia.

Que, una vez realizado el análisis correspondiente conforme lo dispone la Superintendencia de Industria y Comercio, la Dirección de Minería Empresarial estableció que el presente acto administrativo no tiene incidencia sobre la libre competencia, por lo que no se requiere el concepto a que hace referencia el Capítulo 30, Abogacía de la Competencia, del Decreto 1074 de 2015, reglamentario del artículo 7° de la Ley 1340 de 2009.

Que con fundamento en lo anterior,

RESUELVE:

Artículo 1°. *Objeto.* Establecer los lineamientos generales para el ejercicio de las actividades de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano en el ciclo de las regalías, contenido en el documento “Lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, en el ciclo de las regalías”, el cual hace parte integral del presente acto administrativo.

Parágrafo. Los lineamientos determinados mediante el presente acto administrativo se establecen sin perjuicio de las demás líneas de investigación en conocimiento geológico que el Servicio Geológico Colombiano (SGC) adelanta en virtud de su naturaleza y objeto.

Artículo 2°. *Ámbito de aplicación.* El presente acto administrativo aplica al Servicio Geológico Colombiano (SGC) que en razón de la función prevista en el numeral 1 del literal b) del artículo 7° de la Ley 2056 de 2020 o aquella que la modifique, adicione o sustituya, debe desarrollar e implementar los lineamientos que por este acto administrativo se establecen, y en el marco de lo señalado por el artículo 15 de la Ley en mención, así como a las demás entidades y personas que les aplique.

Artículo 3°. *Seguimiento a los lineamientos.* El Ministerio de Minas y Energía a través de las Direcciones de Minería Empresarial y de Hidrocarburos o quien haga sus veces, según corresponda, realizarán el seguimiento a los lineamientos establecidos en el documento anexo a la presente resolución. Para el efecto, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) presentará al Ministerio de Minas y Energía, a partir del año 2023 o antes si fuere procedente, dentro de los 10 primeros días del mes de febrero de cada año, un informe consolidado donde se reporten las actividades, logros, avances e implementación de los lineamientos que se establecen en el presente acto administrativo desarrollados durante el año inmediatamente anterior. En todo caso, el Ministerio podrá solicitarle al SGC información adicional cuando así lo considere necesario. Igualmente, el SGC deberá reportar el avance de cada uno de los indicadores de seguimiento con la periodicidad señalada en cada uno de ellos, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 1 del numeral 5 del documento técnico anexo a la presente resolución.

Adicionalmente, para efectos de los anterior, podrán adelantarse visitas y/o reuniones a través de las mencionadas dependencias del Ministerio de Minas y Energía (MME) en coordinación con el Servicio Geológico Colombiano (SGC).

Artículo 4°. *Recursos para el desarrollo de programas y proyectos.* Los recursos del Sistema General de Regalías que se asignen al Servicio Geológico Colombiano por concepto de la función de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, se destinarán para el desarrollo de los programas y proyectos que se ejecuten en el marco de los lineamientos aquí establecidos. Asimismo, podrá desarrollar dicha función con recursos propios que posea, adquiera o reciba a cualquier título cuando así lo requiera, para lo cual el SGC realizará las gestiones pertinentes.

Parágrafo 1°. Para la asignación de recursos del Sistema General de Regalías (SGR), el Servicio Geológico Colombiano (SGC), dentro del último trimestre, antes de empezar cada bienio presupuestal del Sistema General de Regalías, deberá allegar al Ministerio de Minas y Energía, el documento donde se presenten las necesidades de recursos a ejecutar dentro del mencionado bienio presupuestal para el desarrollo y avance de los lineamientos establecidos y orientados a adelantar las actividades de investigación con el objeto de obtener, complementar y profundizar el conocimiento geológico del suelo y del subsuelo colombiano; dicha solicitud deberá ajustarse a la disponibilidad de recursos según aprobación del presupuesto del SGR por concepto de “fiscalización de la exploración y explotación de los yacimientos y conocimiento y cartografía del subsuelo e incentivo a la exploración y a la producción”.

Las Direcciones de Minería Empresarial y de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía analizarán y emitirán concepto respecto de la solicitud de recursos necesarios para ejercer la función de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano por parte del Servicio Geológico Colombiano (SGC), y el Ministerio de Minas y Energía expedirá el acto administrativo distribuyendo los mencionados recursos.

Así mismo, acorde con lo establecido en el numeral 3 del literal A) del artículo 7° de la Ley 2056 de 2020, el Ministerio de Minas y Energía podrá proponer y priorizar proyectos que estime pertinentes al conocimiento y cartografía geológica de los recursos naturales del subsuelo colombiano, de acuerdo con las prioridades del sector y teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la presente Resolución.

Parágrafo 2°. El Servicio Geológico Colombiano (SGC) garantizará que los recursos provenientes del Sistema General de Regalías asignados para el ejercicio de las actividades de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, sean ejecutados exclusivamente para el desarrollo de dicha función y adelantará las gestiones y contrataciones respectivas, cumpliendo con los procedimientos establecidos en las normas legales vigentes.

Parágrafo 3°. El Servicio Geológico Colombiano (SGC) deberá remitir al Ministerio de Minas y Energía, un informe trimestral del estado de ejecución presupuestal, donde se describa la ejecución de los recursos asignados por concepto de las actividades de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano. Dicho informe deberá ser presentado en el formato que el Ministerio de Minas y Energía establezca para tal fin. En todo caso, el Ministerio de Minas y Energía a través de las Direcciones de Minería Empresarial y de Hidrocarburos o quien haga sus veces, según corresponda, podrá solicitarle información adicional cuando lo considere necesario.

Artículo 5°. *Modificación de los lineamientos.* Los presentes lineamientos podrán ser modificados o ajustados de acuerdo con las reformas que surta la Ley o nuevas políticas que el Gobierno nacional pretenda implementar.

Artículo 6°. *Comunicación.* Comuníquese el presente acto administrativo al Servicio Geológico Colombiano (SGC) por la Dirección de Minería Empresarial.

Artículo 7°. *Vigencia.* La presente resolución rige a partir de su publicación en el *Diario Oficial*.

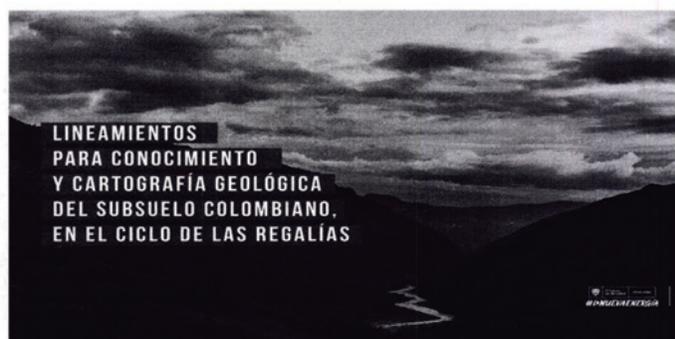
Publíquese, comuníquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 18 de marzo de 2022.

El Ministro de Minas y Energía,

Diego Mesa Puyo.

DOCUMENTO TÉCNICO:
**MINISTERIO DE MINAS
Y ENERGÍA**



Lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano, en el ciclo de las regalías

"El verdadero desarrollo sostenible está en conocer el territorio en su totalidad para promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos"
Objetivo de Desarrollo Sostenible # 8

<u>Contenido</u>	
1. Introducción.....	9
2. Fundamentos para la formulación de lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano.....	10
3. Objetivos de los lineamientos del conocimiento geológico.....	12
4. Lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica en el ciclo de las regalías.....	12
4.1 Colombia con conocimiento y cartografía geológica a escalas adecuadas para el desarrollo.....	13
4.2 Generación y consolidación del conocimiento geológico para el aprovechamiento y uso de los recursos minerales.....	16
4.3 Generación de conocimiento geológico para la consolidación de la cadena energética.....	21
4.4 Conocimiento geológico para la toma de decisiones, evaluación integral de proyectos y apoyo a las regiones.....	23
4.5 Disponibilidad de información y apropiación social del conocimiento geocientífico del territorio colombiano.....	25
5. Seguimiento.....	26
6. Glosario Técnico.....	28
7. Referencias.....	30
<u>Lista de tablas</u>	
Tabla 1. Indicadores de seguimiento.....	26

1. Introducción

En la historia del desarrollo económico del país el interés de avanzar y profundizar en el conocimiento geológico de los recursos naturales presentes en el subsuelo colombiano ha sido parte de las agendas de los gobiernos desde la creación de la Comisión Científica Nacional en el año 1916.

Con la reforma al Sistema General de Regalías (SGR) en el año 2011 se le asignan recursos al Ministerio de Minas y Energía para que ejecute directamente o a través de delegación, las actividades relacionadas con el conocimiento y la cartografía geológica del subsuelo colombiano, con lo que se ha logrado avanzar en la obtención y generación de información geocientífica en aspectos geológicos, geofísicos, geoquímicos y metalogénicos, entre otros, a lo largo y ancho del territorio nacional, identificando zonas con importantes potenciales de recursos naturales.

La Ley 2056 de 2020, ley de regalías, estableció como función propia del Servicio Geológico Colombiano las actividades relacionadas con el conocimiento y la cartografía geológica del subsuelo colombiano y al Ministerio de Minas y Energía la de establecer los lineamientos para el ejercicio de dichas actividades en el ciclo de regalías, con miras a asegurar y optimizar la extracción de los recursos naturales del subsuelo; ejecutar acciones efectivas que permitan incentivar la inversión nacional y extranjera en proyectos que generen beneficios económicos, sociales y ambientales para las comunidades, y que responda a las condiciones propias del país y a la nueva realidad mundial como es el cambio climático, el cual ha obligado a repensar el actual modelo energético y que el país diversifique su canasta energética.

En consonancia con lo anterior, el Ministerio de Minas y Energía elaboró el presente documento técnico que contiene los lineamientos de conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano en el ciclo de las regalías, cuya aplicación no solo contribuirá al desarrollo, competitividad y crecimiento económico, social y ambiental de las regiones, sino también al aprovechamiento racional y óptimo de los recursos del subsuelo a través del uso de buenas prácticas de la industria.

Para el efecto, la información obtenida será puesta en conocimiento y al servicio de la ciudadanía en general, en las plataformas, canales y medios de comunicación que dispone el Servicio Geológico Colombiano y que servirá de soporte para la toma de decisiones en materia de política pública, gestión del riesgo, planificación y ordenamiento del territorio, el apoyo al desarrollo de proyectos de infraestructura y de todas las actividades económicas, sociales y ambientales que requieran de este conocimiento; además, contribuirá en la disminución de los niveles de riesgo e incertidumbre al emprender proyectos de exploración y aprovechamiento de los recursos naturales del subsuelo.

En la formulación de estos lineamientos se tuvo en cuenta la política sectorial y nacional, especialmente, lo consagrado en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, y las líneas de investigación geocientífica y proyectos que ha venido desarrollando el Servicio Geológico Colombiano a lo largo de su existencia, en aras de obtener, complementar y profundizar en el conocimiento y la cartografía geológica del subsuelo colombiano.

El Ministerio de Minas y Energía en coordinación con el Servicio Geológico Colombiano, en busca de lograr los objetivos aquí planteados, formula los siguientes lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica, los cuales se describen con mayor detalle a lo largo del presente documento:

- i. Colombia con conocimiento y cartografía geológica a escalas adecuadas para el desarrollo.

- ii. Generación y consolidación del conocimiento geológico para el aprovechamiento y uso de los recursos minerales.
- iii. Generación de conocimiento geológico para la consolidación de la cadena energética.
- iv. Conocimiento geológico para la toma de decisiones y evaluación integral de proyectos y apoyo a las regiones.
- v. Disponibilidad de información y apropiación social del conocimiento geocientífico del territorio colombiano.

Se espera que estos lineamientos orienten el desarrollo de las actividades de investigación geocientíficas con el objetivo de obtener, complementar y profundizar el conocimiento del potencial del país en los recursos del subsuelo y se conviertan en una herramienta que permita a las personas naturales y jurídicas, instituciones y entidades nacionales, departamentales, municipales, autoridades civiles, comunales, ambientales y ciudadanía en general, construir y tomar decisiones que propendan por el bienestar de las comunidades y el desarrollo sostenible en el corto, mediano y largo plazo.

En ese sentido, el Ministerio de Minas y Energía desde sus competencias funcionales adelantará el seguimiento a los lineamientos con base en la información que presente el Servicio Geológico Colombiano a través de unos indicadores que permitirá hacer la medición y evaluación y de ser necesario los ajustes correspondientes a fin de lograr el propósito de la reforma al SGR, así como las metas y estrategias del Gobierno Nacional en materia de conocimiento y cartografía geológica del país.

2. Fundamentos para la formulación de lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica del subsuelo colombiano

Ante la importancia de aumentar y consolidar el conocimiento geológico para la identificación del potencial de los recursos del subsuelo, surge la necesidad de apalancar con recursos económicos el desarrollo de proyectos de investigación y cartografía geológica, geoquímica y geofísica sistemáticos y permanentes. En este sentido a través del artículo 2 del Acto Legislativo No. 5 de 2011, por el cual se modificó el artículo 361 de la Constitución Política destinó un porcentaje de los recursos recaudados por el Sistema General de Regalías (SGR) para que el Ministerio de Minas y Energía ejecutara directamente o a través de delegación las actividades relacionadas con el conocimiento y la cartografía geológica del subsuelo colombiano.

Dichas actividades estuvieron delegadas durante nueve años al Servicio Geológico Colombiano; periodo durante el cual esta entidad contó con los recursos económicos asignados en el marco de la delegación, con los cuales se contrató el recurso humano y se adquirieron algunos equipos tecnológicos para desarrollar proyectos de investigación geocientífica y de cartografía geológica, geoquímica, geofísica, metalogénicos, así como la elaboración y actualización de cartas geológicas a diferentes escalas.

Recientemente, con la nueva modificación que a través del Acto Legislativo 05 del 26 de diciembre de 2019 se le realizó al artículo 361 de la Constitución Política, desarrollado en la Ley 2056 de 2020, el Gobierno Nacional logró mantener la destinación específica de recursos económicos para el ejercicio de las actividades de conocimiento y cartografía geológica. Así también consideró incluir esta actividad como el inicio del ciclo de las regalías, teniendo como premisa que es una actividad fundamental que genera valor en la sostenibilidad y crecimiento del Sistema General de Regalías.

Por otra parte, es importante mencionar que la generación del conocimiento geocientífico y cartografía geológica definida en el artículo 361 de la Constitución Política y en la Ley 2056 de 2020, obedece a una cadena de valor que involucra procesos tales como: i) la

planificación estratégica e incorporación de los recursos del SGR, ii) la generación de convenios con instituciones para aunar esfuerzos en la ampliación de la geología del país, iii) la definición de los perfiles de los proyectos a ejecutar, iv) el desarrollo de las distintas investigaciones básicas y aplicadas, v) el desarrollo e implementación de nuevas técnicas de ensayo, vi) investigaciones del subsuelo con el fin de determinar su potencial, vii) la identificación de zonas de mayor interés geológico y potencial del suelo y del subsuelo; viii) las restricciones del territorio y por último, la validación, almacenamiento, administración y divulgación de información sobre el subsuelo, geología y las amenazas de origen geológico.¹

Esta cadena de valor requiere para su operación una serie de insumos que garanticen el cumplimiento de las políticas de la administración pública en el desarrollo de los proyectos de investigación financiados con recursos del SGR, tales como el trabajo seguro de los equipos científicos, la aplicación de los más altos estándares que garanticen la disponibilidad, confiabilidad, integridad de la información, el seguimiento a los resultados propuestos y control de los recursos financieros, humanos y técnicos.

En lo concerniente al sector minero energético, desde el Gobierno Nacional se ha venido considerando que, para poder tomar las mejores decisiones de política acertadas para el desarrollo del potencial de recursos del subsuelo, es necesario contar con un conocimiento geológico, geoquímico y geofísico, para aumentar los niveles de conocimiento geocientífico en el territorio nacional, especialmente en materia de recursos minerales y de hidrocarburos, a escala regional, desarrollando y priorizando el conocimiento en las cuencas emergentes, sub-exploradas y de frontera, respectivamente.

Ahora bien, bajo las premisas enmarcadas en los ejes de legalidad, emprendimiento y equidad del Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, el sector minero energético representa una oportunidad para impulsar el desarrollo del país sobre la base de una actividad legal, ambientalmente responsable, incluyente, competitiva y generadora de recursos que apoyen la transformación de necesidades en iniciativas de crecimiento económico y mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes a nivel local y nacional.

Para concretar estas oportunidades, el Ministerio de Minas y Energía trabaja para convertir el sector minero energético en un aliado estratégico en los territorios, dinamizador del desarrollo económico del país a partir de la extracción de los recursos naturales del subsuelo, bajo rigurosos estándares técnicos, ambientales y sociales; en la consolidación y diversificación de la cadena energética.

- a. El plan sectorial definió tres líneas estratégicas, cada una con objetivos puntuales. La primera línea hace referencia a la transformación energética con responsabilidad socio ambiental, cuyos objetivos son fomentar el aprovechamiento ordenado y responsable de los recursos del subsuelo, incentivando el desarrollo económico y social en el país y promover las nuevas tendencias energéticas y el uso eficiente de la energía.
- b. La segunda línea estratégica es la reactivación del sector minero energético con responsabilidad socio ambiental y cuyo objetivo es consolidar el sector minero energético como dinamizador del desarrollo del país.
- c. La tercera estrategia es la transformación sectorial la cual se enfoca en todo lo referente al fortalecimiento institucional e intrasectorial con el objeto de fortalecer la institucionalidad y la coordinación del sector minero-energético, ambiental y social a nivel nacional y territorial.

Para el desarrollo de estas líneas estratégicas se han definido acciones que permitan asegurar la producción anual de minerales e hidrocarburos, la generación de energía

¹ SGC, 2021

eléctrica; incremento en las actividades de exploración del subsuelo en materia de hidrocarburos y minerales para la diversificación de la matriz energética; mantener la vida media de las reservas programadas de petróleo y gas, fortalecer el posicionamiento de la actividad minero energética a nivel internacional. Todo lo anterior, partiendo de la premisa básica de obtener, complementar y profundizar en el conocimiento geológico, tal como se enfoca en el Plan Estratégico Sectorial 2019-2022 del Ministerio de Minas y Energía.

Ahora bien, buscando la continuidad y armonización de las líneas de investigación y proyectos que viene adelantando el Servicio Geológico Colombiano, en concordancia con los fundamentos y objetivos descritos anteriormente, se han identificado las líneas estratégicas que a continuación se mencionan sin perjuicio de las demás líneas de investigación del conocimiento geocientífico que el SGC adelanta en el marco de su naturaleza, misión y visión.

La ejecución de los programas y proyectos que se desarrollen en el marco de los lineamientos aquí propuestos, podrán apalancarse con los recursos del Sistema General de Regalías que se asignen a la entidad con objeto de la función de conocimiento y cartografía geológica, así también con otras fuentes de financiación en las que el SGC realizará las gestiones pertinentes.

3. Objetivos de los lineamientos del conocimiento geológico

De acuerdo con lo mencionado en la sección anterior, con el avance y desarrollo de los lineamientos y acciones propuestas se busca:

- a. Contribuir al desarrollo y competitividad del país y de las regiones a través del aprovechamiento de los recursos del suelo y del subsuelo y la sostenibilidad del Sistema General de Regalías a partir del conocimiento geológico.
- b. Aumentar la disponibilidad de información geológica: para toma de decisiones en materia de política, planificación, ordenamiento del territorio, gestión del riesgo, la reducción de los costos y riesgos para el incremento de las actividades de exploración, explotación y uso de los recursos del subsuelo; el apoyo al desarrollo de proyectos de infraestructura, medioambientales y de interés general de todas las actividades económicas, sociales y ambientales que requieran del conocimiento geológico.
- c. Generar valor en los diferentes grupos de interés a partir del conocimiento geológico y que este se convierta en una herramienta fundamental en la construcción de futuro, en el logro del desarrollo sostenible traducido en sostenibilidad y transición energética, ambiental, alimentaria, económica y social.

4. Lineamientos para el conocimiento y cartografía geológica en el ciclo de las regalías

Con el fin de avanzar en la identificación del potencial de los recursos del subsuelo, apoyar el ordenamiento ambiental y territorial, la gestión del riesgo y el desarrollo de las regiones, a continuación se desarrollan los lineamientos para el conocimiento geológico, a saber:

- i. Colombia con conocimiento y cartografía geológica a escalas adecuadas para el desarrollo.
- ii. Generación y consolidación del conocimiento geológico para el aprovechamiento y uso de los recursos minerales.

- iii. Generación de conocimiento geológico para la consolidación de la cadena energética.
- iv. Conocimiento geológico para la toma de decisiones y evaluación integral de proyectos y apoyo a las regiones.
- v. Disponibilidad de información y apropiación social del conocimiento geocientífico del territorio colombiano.

4.1 Colombia con conocimiento y cartografía geológica a escalas adecuadas para el desarrollo

En Colombia los procesos de generación de cartografía geológica han venido avanzado paulatinamente; sin embargo, es necesario incrementar la disponibilidad de esta cartografía con mayores detalles y actualizarla de acuerdo con las necesidades reales del país. Ahora bien, como lo ha manifestado el SGC, pese a que desde la creación de la institucionalidad especializada en la materia se ha venido levantando cartografía geológica a diversas escalas, no toda la cartografía cumple con los estándares de trabajo lo que ha llevado a la entidad a elaborar planes de estudios, de revisión, verificación y actualización, a fin de ajustarse a los últimos conceptos y herramientas científicas, que sea coherente y esté a la vanguardia.

En los últimos años se han presentado avances significativos en el cubrimiento de cartografía geológica a escala 1:100.000; sin embargo, presentan oportunidad de mejora, no solo para la evaluación del potencial de recursos del subsuelo sino también para otras actividades que requieren de mapas geológicos como materia prima fundamental en su desarrollo. Algunos ejemplos de las actividades que se pueden ver impactadas positivamente con la mayor cobertura geológica son: la planificación territorial, las obras públicas, el hallazgo de aguas subterráneas, el potencial geotérmico, la prevención de riesgos naturales, el desarrollo industrial, la gestión del riesgo, mejoras en el uso del suelo, entre otras. Por lo anterior, es primordial disponer de cartografía geológica con mayores niveles de detalle e información actualizada sobre las características y composición del territorio para su adecuada planeación y uso.

En la actualidad, la cartografía geológica a escala 1:100.000 se encuentra en un porcentaje de avance del orden del 71,6% de cubrimiento², teniendo así que del total del área continental del territorio colombiano que corresponde a 1.141.748 km² se han cubierto alrededor de 818.000 km², quedando pendiente por cubrir, a esta escala, regiones con condiciones geográficas especiales. Tal es el caso de la Orinoquía, Amazonía y algunas zonas del pacífico colombiano, donde las condiciones selváticas dificultan la realización de un levantamiento cartográfico con la densidad de información que requiere esta escala. Sin embargo, es importante que se considere como meta óptima, alcanzar el 100% de cubrimiento del territorio nacional con cartografía geológica a escala adecuada, apoyándose en la información de la que dispone el SGC obtenida a través de sensores remotos, geofísica y geoquímica.

Respecto de las cartografías geológicas a escalas 1:50.000 y 1:25.000, en los últimos años el SGC viene adelantando programas de levantamiento geológico a estas escalas donde el porcentaje de cubrimiento es todavía incipiente por lo que se requiere avanzar a un ritmo mayor, dando prioridad sobre todo en áreas de interés para el Estado, por sus condiciones de potencialidad en recursos del subsuelo.

La cartografía geológica es la base fundamental para profundizar en el conocimiento geocientífico que permite el reconocimiento de los eventos geológicos más importantes de

² SGC (2020). Informe Gestión Convenio Interadministrativo GGC 379 2016

nuestro territorio y que dan origen a la configuración actual de sus yacimientos, lo cual permite caracterizar los sitios de interés geológico claves para entender la historia geológica de nuestro territorio y se convierte en la herramienta fundamental para realizar la prospección, exploración, aprovechamiento y uso sostenible de los recursos naturales³. Los estudios especializados a partir de las muestras colectadas, la cartografía y la geología de campo, son herramientas que permiten proponer planes y proyectos con interés prospectivo en diversas áreas de la geociencia.

De otra parte, el estudio de las cuencas sedimentarias de Colombia respecto a su génesis, desarrollo, límites físicos, sistemas de relleno, áreas fuente, capacidad y restricción ha sido históricamente ilustrado desde el punto de vista de la industria y la academia, aunque este conocimiento ha sido parcial y se ha enfocado en aspectos locales de interés particular⁴. El SGC ha realizado el cubrimiento cartográfico a escala 1:100.000 y ha adelantado innumerables proyectos detallados de estratigrafía, geología estructural, neotectónica etc., en lugares con buena exposición de afloramientos para el levantamiento de unidades litoestratigráficas o para la caracterización de fenómenos particulares.

Sin embargo, no existe una versión integrada del concepto geológico de la cuenca sedimentaria en Colombia, que se pueda considerar como información de carácter oficial y que le permita al Estado colombiano gestionar el conocimiento de los recursos y amenazas en pro de la homogenización y estandarización conceptual de todos los aspectos geológicos que definen este sistema⁵. En este sentido, es prioritario tener información básica de referencia de consulta obligatoria para inversionistas, compañías ejecutoras, grupos poblacionales y académicos, y a toda la comunidad científica que permita unificar todos los resultados, observaciones y modelos presentados, en un marco de referencia único y oficial, que se integre a su vez con la información histórica y del Banco de Información Petrolera (BIP), actualmente bajo la administración del SGC.

La implementación de nuevas tecnologías para la captura, adquisición, gestión, análisis, interpretación, representación, almacenamiento y difusión de información geológica facilita el diseño e implementación de las estrategias, metodologías e instrumentos, para la transición adecuada de los procesos análogos actualmente vigentes en el SGC, a procesos digitales más exactos, para la adquisición de información geológica y geomorfológica, acordes con los estándares y lineamientos institucionales de nivel mundial.

El fortalecimiento de las capacidades institucionales se fundamenta en la correcta articulación del conocimiento en diversas áreas y la reducción de la duplicidad de esfuerzos y de procesos en los proyectos de cartografía y de investigación que se adelantan para la integración de la información (sísmica y pozos) del BIP. De esta manera, se busca optimizar los tiempos y recursos en las fases de recopilación, fotogeología, elaboración de mapas para el desarrollo de los proyectos de cartografía y de investigación del SGC.

Por lo anterior, es prioritario que el SGC impulse decididamente la continuación e implementación de planes y estrategias por fases, mediante un enfoque gradual e incremental, que incorpore innovaciones tecnológicas para continuar con el avance de la cartografía geológica a escalas adecuadas; por ejemplo, actualmente países como Perú han estado aplicando la tecnología del *Machine Learning* y cartografiado digital en la realización de la Carta Geológica Nacional a escala 1:50.000.

También está el caso de México que actualmente elabora aproximadamente entre 30 y 40 cartas geológicas en un año a escala 1:50.000 utilizando herramientas de la geofísica como el levantamiento aeromagnético en vuelos de alta resolución en zonas de difícil acceso y con

³ SGC, 2021
⁴ SGC, 2021
⁵ SGC, 2021

escasez de afloramientos; esto hace que la unificación del conocimiento geológico produzca nuevas formas de trabajo, ya que permite agilizar la elaboración de los mapas con mayor cantidad de información y contribuyen a la reactivación económica en diferentes sectores especialmente en la exploración de recursos del suelo y del subsuelo, ya que al ser una herramienta innovadora reduce costos, genera una mejor calidad de los datos, facilita la edición y administración de la información de manera integral.

Acciones:

Para seguir avanzando y lograr los objetivos de este lineamiento, se formulan las siguientes acciones:

- a. Realizar el diagnóstico del estado actual de la cartografía geológica en el territorio colombiano, diseñar y adoptar en el año 2022 un Programa de Cubrimiento de Cartografía Geológica Oficial con Visión al año 2035. Este programa deberá contemplar entre otros aspectos, nuevas técnicas de adquisición de información, definición de escalas de cubrimiento a partir de las necesidades y usos de los diferentes grupos de interés, que contenga los proyectos y estrategias, metas, presupuestos, recursos, desafíos, entre otros.
- b. Avanzar en la integración de información geológica, geofísica, geoquímica e implementación de nuevas técnicas de adquisición de información (*Machine Learning*) que busque reducir costos, mejorar rendimientos y aprovechamiento de la información existente, especialmente en zonas de difícil acceso, como son la Amazonía, Orinoquía y algunas regiones del pacífico colombiano.
- c. Continuar con el cubrimiento hasta alcanzar el 100% de cubrimiento del territorio nacional con cartografía geológica a escala 1:100.000 o las escalas adecuadas dependiendo de las particularidades del territorio y establecer metas de avance de acuerdo al programa de cubrimiento cartográfico que adopte el SGC, considerando alcanzar esta meta al año 2035.
- d. Avanzar en el levantamiento geológico a escalas 1:50.000 y 1:25.000 que responda al cumplimiento de las metas que se establezcan en el programa de cubrimiento cartográfico que adopte el SGC, contemplando en el mediano y largo plazo alcanzar metas significativas que respondan a las necesidades de promoción, inversión y competitividad del sector minero energético, así como a las prioridades que se identifiquen por parte del Gobierno Nacional.
- e. Crear una infraestructura y protocolos de integración de información de superficie y subsuelo bajo los conceptos modernos de geomática. La aplicación de las tecnologías geoespaciales más modernas permiten el fortalecimiento de los procesos de interpretación y el análisis de sensores remotos, mediante el uso de software especializado y su disposición a un Sistema de Información Geográfica, que optimiza la consolidación de los requerimientos y especificaciones técnicos para la elaboración de la cartografía geológica y geomorfológica a escalas apropiadas del territorio nacional con la integración de la información (sísmica y pozos) del Banco de Información Petrolera (BIP) así como la información que resulte de la implementación del Banco de Información Minera (BIM) y demás repositorios institucionales.
- f. Avanzar en las diferentes investigaciones y estudios que son fundamentales para la determinación de modelos y mapas geológicos.

4.2 Generación y consolidación del conocimiento geológico para el aprovechamiento y uso de los recursos minerales

Para obtener, complementar y aumentar el conocimiento geológico del territorio colombiano, el SGC ha diseñado y desarrollado programas de investigación y/o exploración regional sistemáticos y permanentes (suelo y subsuelo), que generan información geológica, geoquímica, geofísica y metalogénica, fundamental para avanzar en la identificación y evaluación del potencial de recursos en cuanto a minerales metálicos, no metálicos, industriales, energéticos, incluidos los minerales estratégicos definidos por el Gobierno Nacional.

La integración de la información geológica, geoquímica, geofísica y metalogénica, junto con la identificación de áreas con potencial de recursos minerales, representan un activo muy valioso para el país. Estas estrategias y programas se deben seguir fortaleciendo ya que sus resultados se traducen en aportes al conocimiento sobre la riqueza natural del territorio y para proyectar el desarrollo económico y social del país. La disponibilidad de información es un insumo necesario para aumentar el interés de las empresas en hacer inversiones en el país y al mismo tiempo soporta la implementación de políticas eficientes para la administración y gestión de los recursos minerales y su aprovechamiento, teniendo en cuenta el comportamiento de los mercados internacionales, las necesidades del país y la producción de minerales críticos a nivel global para la transición energética.

El estudio realizado por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) sobre los minerales estratégicos listados en la Resolución 180102 de 2012 y basados en análisis de mercados internacionales concluyó que los minerales de oro, cobre, platino, potasio y roca fosfórica, continuarán siendo una gran oportunidad para el país en el corto, mediano y largo plazo.

Así las cosas, la identificación de áreas con potencial de estos minerales estratégicos sigue siendo una prioridad del gobierno nacional, por lo que es necesario mantener y fortalecer las líneas de investigación y programas de prospección y exploración que el SGC viene adelantando, apoyados en actividades de conocimiento para avanzar en la identificación y evaluación del potencial mineral en el país como la base para la diversificación minera, la reducción del riesgo y costos en la exploración de minerales.

En los siguientes subnumerales se presentan las principales líneas de trabajo que ha venido desarrollando el SGC y que se consideran de gran importancia para el desarrollo sostenible de la actividad minera.

4.2.1 Avanzar en la adquisición, interpretación e integración y disponibilidad de información geológica, geofísica, geoquímica

Anomalías geofísicas. Con la asesoría del Banco Mundial (BM) desde el año 2012 el SGC emprendió un ambicioso programa de magnetometría y gamaespectrometría, fundamental en la evaluación del potencial en recursos minerales y también como apoyo en la generación de conocimiento y cartografía geológica de zonas con difícil acceso. Dicho programa se ha extendido a la Orinoquía y Amazonía, región andina y norte de Colombia, obteniendo como resultado, entre otros, el Mapa de Anomalías Geofísicas versión 2016 (420.100 km²), versión 2018 (520.000 km²), versión 2020 (589.401 km²)⁶.

⁶ Datos Dirección de Recursos Minerales SGC, 2021

Acciones:

- a. El SGC tiene proyectado la emisión del mapa en la versión 2022 con la integración total de 623.000 km²; así mismo seguirá avanzando en la integración geológica – geofísica y en la aplicación de nuevas técnicas de modelación (*machine learning*).
- b. Continuar con los programas de cubrimiento geofísico en el territorio con el propósito de alcanzar en la versión del año 2032 del mapa de anomalías geofísicas un cubrimiento del 70% (Aproximadamente unos 800.000 km²).

Anomalías geoquímicas. El SGC ha venido adelantando un programa de adquisición, procesamiento, integración, análisis e interpretación de información geoquímica con el objetivo de aplicarlo en la elaboración de documentos técnicos, modelos y mapas geoquímicos temáticos, usados en recursos minerales y también en otras aplicaciones de geociencias; estas actividades son básicas en las campañas exploratorias y le ha permitido al SGC aportar en la consolidación de informes técnicos para la definición de áreas con potencial mineral y avanzar en el cumplimiento de los estudios de distritos con evaluación integral del potencial metalogénico.

Por lo anterior, se considera necesario que los resultados de esta línea sigan siendo una tarea sistemática (en cubrimiento y calidad) y permanente, de reconocimiento estratégico, para delimitar zonas anómalas y regiones con concentraciones de elementos de interés multipropósito (recursos minerales y ambientales) a fin de disponer en cada bienio de nuevas versiones de mapas geoquímicos.

Acciones:

- ✓ Seguir avanzando e implementando nuevas técnicas y/o metodologías analíticas en la producción de mapas de anomalías geoquímicas y mapa metalogénico, que el SGC ha considerado como base para definir zonas potenciales para la exploración de minerales estratégicos.

4.2.2 Avanzar en la identificación de áreas con potencial mineral /Distritos con evaluación integral del potencial metalogénico

Priorizar las investigaciones sobre el potencial de minerales estratégicos y críticos a nivel global, con el fin de fomentar la exploración técnica y el aprovechamiento de los recursos mineros que ha brindado la naturaleza al territorio colombiano, es de gran importancia para soportar técnicamente la declaración de minerales estratégicos, identificar el potencial en minerales críticos a nivel global, e identificar Áreas Estratégicas con potencial mineral para aumentar la posibilidad de inversión en el desarrollo de proyectos mineros que generen impacto positivo en la economía y en el desarrollo del país, lo cual ha sido una política del gobierno nacional en los últimos años.

El SGC como generador de información acerca del potencial mineral de Colombia ha jugado un rol fundamental en esta política. Actualmente, la entidad trabaja en la producción de informes técnicos sobre potencial mineral en distritos metalogénicos y en la evaluación integral del potencial mineral, logrando avances en la adquisición, interpretación e integración de la información geológica, geoquímica, geofísica y metalogénica para identificar blancos de interés, evaluar y elaborar diagnósticos del potencial en áreas de interés del territorio colombiano.

⁷ Datos Dirección de Recursos Minerales SGC, 2021

Sus investigaciones se realizan para todos los minerales con énfasis en oro, cobre, fosfatos, uranio, carbones, arcillas, entre otros, de tal modo que los estudios los pone en conocimiento de la Agencia Nacional de Minería (ANM) como soporte técnico para la gestión, evaluación y oferta de áreas para la exploración y explotación del recurso minero que adelanta esta entidad.

En esta tarea es fundamental que se adopten procedimientos entre el SGC y ANM para la priorización y selección de áreas objeto de estudios con mayor detalle para la evaluación integral del potencial metalogénico, que conlleven a aumentar el número de áreas posibles de ofertar para la exploración y explotación del recurso minero.

Acciones:

En cumplimiento de las metas del Plan Nacional de Desarrollo (PND) en el marco del Programa "Consolidación productiva del sector minero", es indispensable:

- a. Seguir avanzando en la generación de documentos técnicos de distritos con evaluación integral del potencial metalogénico como apoyo a la ANM en la gestión del potencial minero del territorio; alcanzar como meta acumulada al año 2022, 36 distritos metalogénicos investigados.
- b. Continuar con la identificación de potencial mineral y evaluación integral de áreas promisorias para la exploración y explotación de minerales estratégicos y críticos a nivel global.

4.2.3 Apoyo del Banco de Información Minera (BIM) en la consolidación del conocimiento geológico, la disponibilidad y el acceso a datos del potencial mineral

El Banco de Información Minera (BIM) se alimentará con la materialización de la obligación de los concesionarios de títulos mineros o propietarios de minas, de recopilar y suministrar a solicitud de la autoridad minera, la información relativa a la riqueza del suelo y del subsuelo, y que a su vez debe ser entregada al SGC, dando así cumplimiento a las funciones asignadas a la ANM y al SGC.

En este sentido, el BIM es el repositorio oficial de Colombia, con la función de recibir, preservar, custodiar, suministrar, consolidar y administrar la información, con criterios técnicos, de especialización y con altos estándares de calidad. En el desarrollo de este proyecto el SGC en articulación y con el apoyo de la ANM cuenta con un modelo de operación, una herramienta tecnológica para la gestión de la información digital y una hoja de ruta para la implementación, fortalecimiento, crecimiento y consolidación del Banco de Información Minera a nivel nacional.

Para la recepción de la información que aportarán los concesionarios de títulos mineros o propietarios de minas, el SGC y la ANM de forma conjunta establecieron las condiciones para su entrega mediante el Manual de Suministro y Entrega de Información, adoptado en el año 2019 de manera conjunta entre SGC y ANM a través de las Resoluciones 564 y 374 de 2019, respectivamente.

Acciones:

Con el propósito de lograr el pleno funcionamiento y aportes del BIM al conocimiento geológico y al potencial mineral del país, es importante avanzar en:

⁸ PND 2018-2022

- a. Recibir, Integrar, consolidar y poner a disposición del país, la información que administra el BIM.
- b. Garantizar la operación y funcionamiento de la herramienta tecnológica para gestionar la información digital, así como estructurar e implementar en el corto plazo, una litoteca minera.
- c. Desarrollar las fases de implementación, fortalecimiento, crecimiento y consolidación del BIM.
- d. Generar productos y servicios que beneficien a la institucionalidad, la industria minera y al país, así como fortalecer las capacidades en la gestión de información geológica para pequeños y medianos mineros.
- e. Implementar estrategias que permitan alcanzar para el año 2032 el pleno funcionamiento y operación del BIM.

4.2.4 Contribución del conocimiento geocientífico en la trazabilidad de minerales /Banco de Huella Digital de Minerales

El SGC además de la ampliación del conocimiento geológico del suelo y del subsuelo y de las zonas mineralizadas en el país, en apoyo al establecimiento de nuevos mecanismos de fiscalización viene desarrollando el proyecto de Huella Digital de Minerales en Colombia, específicamente de minerales auríferos, implementando una metodología que tiene como objetivo principal conocer las condiciones particulares y características físico-químicas presentes en el momento de la formación geológica de un mineral, las cuales determinan una huella química específica, que servirá como un mecanismo de trazabilidad en la cadena productiva minera y ayudará en la identificación de la procedencia y el control a la comercialización de dicho mineral.

Esta investigación se viene desarrollando a través de la implementación de técnicas analíticas cuantitativas - cualitativas y análisis de modelos geológicos y geoquímicos.

Este proyecto ha permitido al SGC fortalecer los laboratorios con equipos altamente especializados, con los cuales se busca establecer técnicas analíticas para la identificación de la huella de minerales en Colombia, como insumo para construir e implementar el Banco de huella de minerales con la información que se obtenga de los distritos mineros priorizados por su relevancia en la producción de oro.

A mediano y largo plazo se tiene como objetivo establecer un mecanismo de trazabilidad robusto, claro, operativo y confiable que sea una herramienta eficiente de apoyo para la Agencia Nacional Minera (ANM) en sus actividades y procesos de control y fiscalización.

Acciones:

Es importante que el SGC continúe en el desarrollo e implementación de este proyecto así:

- a. Seguir avanzando en la identificación de la huella digital del Oro, buscando alianzas y/o cooperaciones con universidades y/o entidades nacionales y extranjeras que les permita intercambiar experiencias para la implementación de técnicas o modelos junto con la adquisición y puesta en operación de equipos y/o tecnologías, acreditación de los laboratorios, alimentar y fortalecer el banco de información (software para manejo de datos y programas estadísticos, entre otros) y poder lograr la generación de un certificado que valide la procedencia de los minerales investigados.
- b. Articular con la ANM, el desarrollo de las fases siguientes del proyecto y conjuntamente identificar los distritos mineros (oro), con base en el estudio realizado

por la UPME⁹ en el año 2005, que consideren deben ser priorizados para adelantar procesos de investigación, formulando una ruta de trabajo con horizontes puntuales que tenga como fin lograr la certificación de la metodología y de igual forma, la acreditación del SGC como entidad certificadora del origen de oro e implementar el sello del mineral en Colombia como reconocimiento a nivel país y a nivel internacional.

- c. Continuar con la investigación y elaboración de los estudios técnicos en los doce distritos mineros¹⁰ para minerales de oro, según estudio UPME del 2005, con propósitos de identificación de la huella digital de origen.

4.2.5 Generación de valor agregado de minerales y apoyo a la formalización minera

El SGC ha venido trabajando en investigaciones asociadas a la caracterización de las cuencas de recursos carboníferos. En el año 2012 se realizó la publicación del mapa de carbones de Colombia y en la actualidad el SGC adelanta nuevas investigaciones para la generación de valor agregado a la cadena productiva del carbón.

Acciones:

Dado el gran potencial del país en recursos carboníferos se requiere el apoyo del conocimiento geológico para:

- a. Seguir adelantando investigaciones y estudios de los carbones colombianos que permitan darle valor agregado a este recurso en el desarrollo de industrias especializadas.
- b. Generar en el año 2024 una nueva versión del mapa de caracterización carbones de Colombia.

De otra parte, en el marco de la implementación de estrategias de la política de eliminación del uso del mercurio en actividades mineras, el SGC atendiendo estrategias para la formalización minera ha venido elaborando guías metodológicas para el mejoramiento productivo del beneficio del oro sin el uso del mercurio. A la fecha se han elaborado guías en nueve zonas de distritos mineros de oro de diferentes regiones del país a través de la caracterización mineralógica, química, metalúrgica y ambiental de las zonas mineras estudiadas.

Como un aporte significativo, en especial, a la pequeña minería en Colombia, el SGC seguirá adelantando acciones enfocadas en:

- 1. Desarrollar estudios que permitan generar el Mapa Geometalúrgico de Colombia, creando modelos predictivos para plantas de procesamiento de metales preciosos.
- 2. Para el año 2026 generar la primera versión del mapa Geometalúrgico de Colombia.

⁹ UPME (2005). Distritos Mineros
¹⁰ UPME (2005). Distritos Mineros

4.3 Generación de conocimiento geológico para la consolidación de la cadena energética

El conocimiento geológico es la base para la exploración y explotación de hidrocarburos y gas y también de los recursos geotérmicos, los cuales son recursos fundamentales en la consolidación y sostenibilidad energética del país, aunado a la exploración y explotación de minerales necesarios para la transición energética, tal como se mencionó en el lineamiento anterior.

En los siguientes subnumerales se describe, de manera general, el estado actual y las acciones propuestas en materia de hidrocarburos, geotermia y gas asociado al carbón.

4.3.1 Ampliación y profundización del conocimiento geológico para aumentar reservas y producción de los hidrocarburos

Con las reformas a la institucionalidad del sector minero energético en el año 2011, el SGC ha venido fortaleciendo sus capacidades para la generación de conocimiento geológico en materia de hidrocarburos; es así como desde el año 2013 se inicia la consolidación de la Dirección de Hidrocarburos en esa entidad, la cual ha venido adelantando proyectos enfocados a la evaluación de cuencas, distribución de reservorios, caracterización de unidades estratigráficas en roca generadora de yacimientos no convencionales. Adicionalmente, se estableció en cabeza de la Dirección de Gestión de la Información la función de administrar y gestionar el Banco de Información Petrolera.

De igual manera, a través de convenios con la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) avanza en actividades estratégicas para la exploración y explotación de hidrocarburos en el territorio colombiano.

Sigue siendo necesario aumentar los niveles de conocimiento geocientífico en materia de hidrocarburos en el territorio nacional, principalmente a escala regional, desarrollando y priorizando el conocimiento de las cuencas sedimentarias emergentes, sub-exploradas y de frontera¹¹.

Los esfuerzos deben focalizarse en fortalecer las capacidades de investigación especializada sobre el potencial de hidrocarburos en cada una de las cuencas sedimentarias del territorio nacional, por medio de la integración de información geocientífica generada a nivel país y almacenada en el Banco de Información Petrolera (BIP) y demás repositorios institucionales junto con la adquisición de información nueva de campo en las disciplinas de interés como la geología, geofísica (gravimetría, gradiometría, magnetometría, magnetotelúrica), geoquímica orgánica, sísmica 2D y 3D y la perforación de pozos estratigráficos.

Los resultados de la ampliación del conocimiento geocientífico en materia de hidrocarburos permitirá mejorar el conocimiento de los sistemas petrolíferos en cada cuenca y por consecuencia reducir el riesgo exploratorio, y así ayudar a incentivar la actividad e inversión en el país por parte de las operadoras. De igual manera se desarrollan estudios para determinar el potencial de los recursos hidrocarbúricos remanentes en el territorio nacional en tierra como costa afuera en aguas territoriales nacionales.

Teniendo en cuenta lo anterior, el sector minero energético a través del Servicio Geológico Colombiano buscará proponer nuevas ideas y alternativas a los sistemas petrolíferos existentes para reactivar la exploración en las cuencas maduras. Todo lo anterior con el fin de desarrollar una exploración exitosa en el territorio nacional y así aumentar las reservas

¹¹ Dirección Hidrocarburos SGC, 2021

existentes de hidrocarburos en el país para garantizar la seguridad energética nacional y el programa de transición energética de la nación.

Con este frente de trabajo se pretende fomentar el desarrollo económico y social del país a través de la atracción de inversión de las empresas operadoras de hidrocarburos, para lo cual es indispensable elaborar una política eficiente que esté encaminada a la administración y gestión de los recursos hidrocarburíferos en el territorio nacional. Para esto se requiere realizar actividades que permitan avanzar en el conocimiento geológico de las zonas actuales de interés exploratorio en hidrocarburos y de aquellas zonas donde se pueda identificar prospectividad futura nueva, de manera que se contribuya con el aumento del horizonte de autosuficiencia energética, que a corte 2019 y según los datos del informe de recursos y reservas presentado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), son de 6.3 años de petróleo y 8.1 años para gas natural.

Acciones:

- a. Avanzar en estudios geológicos regionales con enfoque en la identificación de potencial hidrocarburífero en zonas o corredores no explorados que permitan incrementar las reservas actuales.
- b. Seguir adelantando los estudios de cartografía geológicos y geomorfológicos que conlleven a obtener un mayor conocimiento de las cuencas sedimentarias ya desarrolladas que permitan incrementar la producción de hidrocarburos.
- c. Consolidar e integrar la información existente en el BIP y demás repositorios institucionales para la comprensión de los sistemas petrolíferos, su génesis, migración y entrapamiento.
- d. Avanzar en el conocimiento y caracterización de los yacimientos no convencionales en el territorio nacional.
- e. Optimizar, aprovechar y fortalecer la información del Banco de Información Petrolera – BIP.
- f. Generar información base para los modelos tectónicos y estratigráficos de las cuencas hidrocarburíferas del país.
- g. Generar los diferentes mapas derivados de las actividades de conocimiento y cartografía con propósitos de investigación en hidrocarburos.
- h. Adelantar investigaciones en geocronología para conocer la evolución térmica del subsuelo, las edades de cristalización, metamorfismo y proveniencia.
- i. Realizar el diseño y la implementación de un Laboratorio de Geoquímica Orgánica que permita la caracterización de los recursos hidrocarburíferos, en muestras de roca, crudos y gases, que permita implementar Análisis de Carbono Orgánico Total (TOC) - Análisis de Rock Eval - Reflectancia de la vitrinita - Análisis de azufre total en crudos y rocas. - Cromatografía de gases – Biomarcadores - Densidad API, para realizar la caracterización de roca generadora de hidrocarburos convencionales y no – convencionales.

4.3.2 Identificando el potencial geotérmico

En el marco de las funciones del SGC y así también atendiendo los lineamientos para el sector minero energético, previstos en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, el SGC adelanta el proyecto Investigación Geotérmica de Colombia orientada a generar conocimiento geocientífico y potencialidades de los recursos geotérmicos del territorio.

Actualmente, el conocimiento del potencial geotérmico aún es preliminar, sin embargo, este recurso es foco de investigación en la transformación energética del país ya que podría sumar en las fuentes renovables de energía con costos de producción bajos y una alta confiabilidad.

Es importante resaltar que el SGC avanza en la estimación del potencial energético de los recursos geotérmicos en alrededor de 21 áreas, de las cuales se ha enfatizado en 6 áreas que presentan especial importancia y sobre las cuales se está buscando determinar el modelo conceptual y valorar su potencial (Paipa, Azufral, San Diego, Nevados del Ruiz, Santa Rosa y Cerro Machín).

Estas investigaciones son el inicio de los programas de exploración para generar coberturas de información, identificación, inventario y caracterización de las zonas potenciales de recursos geotérmicos y se espera que el SGC fortalezca y proporcione resultados en la materia.

Acciones:

- a. Avanzar en la estimación preliminar del potencial geotérmico de Colombia, dando prioridad a bloques o áreas que no se encuentren superpuestas con las áreas protegidas del SINAP.
- b. Realizar las investigaciones en flujo de calor terrestre en cuencas sedimentarias, con el fin de aportar al conocimiento de los recursos geotérmicos hospedados en estos ambientes geológicos y la investigación de recursos geotérmicos someros. Los resultados de estas investigaciones contribuirán al conocimiento básico de los recursos geotérmicos del territorio y servirán como punto de partida de investigaciones detalladas orientadas al uso y aprovechamiento de la energía geotérmica, las cuales le competen al sector productivo.

4.3.3 Gas asociado al carbón

Este recurso ha sido considerado como una alternativa adicional de fuentes de hidrocarburos no convencionales en el país; el SGC ha venido desarrollando importantes investigaciones de prospección y exploración de recursos de gas metano asociado al carbón en áreas carboníferas del país que les ha permitido generar información geocientífica para la caracterización de las mismas.

Acciones:

Seguir avanzando en la actualización de cartografías, revisión de metodologías y medición de contenidos de gas metano en mantos de carbón que conlleven a más altas precisiones en la evaluación de potencial y de contenido de gas en las cuencas carboníferas del país.

4.4. Conocimiento geológico para la toma de decisiones, evaluación integral de proyectos y apoyo a las regiones.

El SGC ha venido acompañando al sector minero energético en estudios especializados que hacen parte de las líneas de investigación a tener en cuenta en la evaluación para la exploración y explotación de recursos del subsuelo, como es el caso de la determinación de líneas base de aguas subterráneas en algunos territorios para el desarrollo de proyectos de hidrocarburos.

De igual forma, el SGC ha venido apoyando en el fortalecimiento al sector minero energético frente a la gestión del riesgo de desastres, mediante la generación de información geológica para la identificación y manejo de los riesgos derivados de actividades propias, así como aquellos desencadenados por eventos de origen natural y socio natural que influyen en el desarrollo del sector minero energético.

Acciones:

Se busca contar con información suficiente y de calidad de todas las variables del conocimiento geocientífico y de gestión del riesgo implicadas en el desarrollo de proyectos del sector y que servirán en la toma de decisiones para la viabilidad o no de los mismos. Igualmente, se pretende seguir apoyando con conocimiento geológico a las regiones productoras y demás regiones del país. En consecuencia, se proponen las siguientes acciones:

- a. Adelantar las investigaciones y/o estructuración y ejecución de proyectos que conlleven a la elaboración, actualización y complementación para la determinación de las líneas base y modelos hidrogeológicos, dando prioridad en las regiones con necesidad de recurso hídrico; apoyar estos estudios en zonas donde se requiera profundizar este conocimiento por su importancia hídrica y ambiental para la planificación, ordenamiento y toma de decisiones sobre proyectos de uso y aprovechamiento de recursos del subsuelo de interés económico y social, de prioridad para el gobierno nacional.
- b. Continuar generando información y conocimiento geocientífico para orientar la toma de decisiones y la ejecución de acciones que propendan por el fortalecimiento de los procesos de planificación, ordenamiento del territorio y gestión del riesgo, potenciando los recursos para el desarrollo del sector minero energético; monitoreo, caracterización y zonificación de amenazas de origen geológico con base en metodologías y lineamientos aportados por el SGC.
- c. Apoyar el conocimiento geológico a otros proyectos estratégicos para el país (infraestructura, medioambientales, entre otros).
- d. Revisar la normatividad y articular con las distintas entidades del sector de infraestructura, para que el SGC participe de manera previa y simultánea y pueda tomar y recibir información geológica que ofrecen este tipo de proyectos que se desarrollan en este sector, para que pueda ser usada por el SGC como aporte al incremento y consolidación del conocimiento geocientífico.
- e. Articular con entidades y/o organizaciones para la aplicación de la innovación, ciencia y tecnología que contribuyan al fortalecimiento de las actividades geocientíficas.
- f. Mejorar la infraestructura tecnológica, mantener calidad y acreditación, implementación y desarrollo de técnicas analíticas en los laboratorios del SGC como soporte fundamental al desarrollo de investigaciones y estudios para la generación de conocimiento geocientífico, en las diferentes líneas de investigación asociadas al desarrollo económico y social del país. Asimismo, fortalecer la capacidad de laboratorios para brindar servicios a terceros.

- g. Identificar de zonas de riesgo medioambientales (salud humana) por concentración de elementos químicos en forma natural.
- h. Adelantar las demás investigaciones y estudios geocientíficos que requiera el sector minero energético en torno a la exploración y explotación de recursos naturales del suelo y subsuelo.

4.5 Disponibilidad de información y apropiación social del conocimiento geocientífico del territorio colombiano

De acuerdo con lo mencionado en los anteriores lineamientos, disponer de la información geológica, geoquímica y geofísica es fundamental para el desarrollo económico, social y ambiental del país. Igualmente, dicha información es de gran importancia para aumentar el interés de las empresas con posibilidades de inversión en el sector minero energético, lo cual constituye una prioridad para el gobierno nacional. Esto amerita que el SGC revise sus protocolos, procedimientos y normativa para generar productos y servicios que faciliten la apropiación social del conocimiento, así como sus herramientas tecnológicas para seguir fortaleciendo la disponibilidad de la información geocientífica de forma segura, bajo los principios de transparencia y publicidad como base para el crecimiento social y para aumentar la competitividad general de la economía buscando mejorar las condiciones sociales de la población.

De otra parte, se hace necesario fortalecer la promoción de la apropiación social del conocimiento geocientífico en el territorio con los diferentes grupos de interés para brindar elementos que contribuyan en una mejor toma de decisiones en términos de ordenamiento territorial donde se potencie el uso y aprovechamiento de los recursos del subsuelo.

Así también, el gobierno ha venido trabajando en territorio para la construcción de un diálogo basado en el conocimiento geológico y la importancia de los recursos naturales, que genere un cambio en la percepción y construya confianza en el sector minero energético, tarea que se debe seguir fortaleciendo con el apoyo del SGC.

Adicionalmente, es de gran importancia para el gobierno nacional generar estrategias aplicables a los principios constitucionales consagrados en el artículo 288 referidos a la coordinación y concurrencia, lo que conlleva también al principio de colaboración armónica entre las entidades del orden nacional y territorial; es así que el SGC deberá revisar en el marco de sus funciones, el fortalecimiento de sus acciones en cuanto a espacios de articulación con los entes territoriales a que haya lugar.

Acciones:

En línea con lo expuesto, el SGC implementará acciones que conlleven a:

- a. Fortalecer y mejorar los servicios y herramientas que permitan acceder a la información de manera oportuna y confiable, haciendo uso de tecnologías que optimicen la integración, organización, consulta y la forma de presentar la información que facilite e incentive el uso y aprovechamiento de toda la información geocientífica.
- b. Continuar la estandarización de la información, ajustado a la formulación de arquitectura empresarial, formando un sistema interactivo que permita mejorar la competitividad, confidencialidad, integridad y disponibilidad.
- c. Diseñar estrategias que permitan a las comunidades mineras y entes territoriales tener acceso a la información geológica y de potencial minero del territorio que les

serva de soporte en el desarrollo de las actividades de exploración y explotación de recursos mineros.

- d. Ajustar a las necesidades del país la Política de Gestión de la Información y promover su uso y aplicación.
- e. Incluir e implementar en la estrategia de apropiación social del conocimiento geológico, además de geoamenazas y gestión del riesgo, la información obtenida de la investigación de los recursos naturales del subsuelo a través de espacios en los que participen los diferentes grupos de interés, en los que además se resalte la importancia de la existencia y oportunidad de estos recursos para el desarrollo social, ambiental y económico del territorio y su inclusión en el ordenamiento territorial y ambiental.
- f. Coadyuvar en la implementación, desde el conocimiento geológico, de la Estrategia de Relacionamiento Territorial del Sector Minero-Energético cuyo objetivo es "construir un diálogo diferente en los territorios, brindar elementos para una mejor toma de decisiones en términos de ordenamiento territorial, que genere un cambio en la percepción en los territorios y construya confianza en el sector minero-energético".
- g. Dar aplicabilidad, en el marco de sus competencias, a los principios constitucionales de coordinación y concurrencia con el fin de generar articulación oportuna y efectiva de los entes territoriales, a través de un intercambio abierto y permanente de información, que permita generar confianza entre los actores interesados en la construcción y acompañamiento que conlleve a una adecuada planificación y ordenamiento del territorio basado en el conocimiento geocientífico.
- h. Para el año 2022, el SGC habrá elaborado un plan de acción para implementar la estrategia de apropiación social del conocimiento geológico en territorio resaltando la importancia de los recursos del subsuelo.

5. Seguimiento

El Ministerio de Minas y Energía realizará el seguimiento a los lineamientos contenidos en el presente documento, para lo cual propone indicadores que servirán como una herramienta de apoyo en esta tarea. Los indicadores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Indicadores de seguimiento

Lineamiento /Acción	Indicador general	Línea base 2020	Metas			Periodicidad de reporte
			Corto plazo - 2022	Mediano plazo -2026	Largo Plazo - 2032 - 2035	
Colombia con conocimiento y cartografía geológica a escalas adecuadas para el desarrollo	Programa de Cubrimiento de Cartografía Geológica Oficial	-	Uno (1)			Trimestral
	Cartografía geológica a escalas adecuadas	71.6%	-	-	100%	Trimestral

Apoyo Evaluación Riesgo Geológico	Guías metodológicas de evaluación de fenómenos geológicos que generan amenazas, enfocadas en el Sector Minero Energético	-	-	1	-	Trimestral
	Informe mapa de fenómenos geológicos que generan amenazas enfocadas en el sector minero energético	0	0	3	4	Trimestral
Apropiación social conocimiento geocientífico	Plan de acción para implementar la estrategia de apropiación social del conocimiento geológico en territorio resaltando la importancia de los recursos del suelo y subsuelo	-	Uno (1)			Trimestral

El SGC presentará al Ministerio de Minas y Energía, con una periodicidad anual, un informe donde se reporten las actividades y logros de los lineamientos y acciones propuestas en el presente documento, en aras de determinar si los lineamientos cumplen con la finalidad para la cual fueron establecidos como referente de política pública.

De igual manera, deberá reportar con la periodicidad señalada en la tabla anterior, el avance de cada uno de los indicadores acompañado de una breve descripción, para lo cual el Ministerio de Minas y Energía (MME) establecerá un formato para este fin.

Adicionalmente, el Ministerio de Minas y Energía en coordinación con el SGC, realizará mesas de trabajo donde participen las entidades involucradas, como apoyo al seguimiento en cuanto al desarrollo y avance de los lineamientos establecidos, especialmente para las líneas y acciones que no tienen un indicador de medición.

6. Glosario Técnico

Las siguientes definiciones se fundamentan, principalmente, en el Glosario Técnico Minero adoptado según el artículo 68 del Código de Minas, como apoyo al entendimiento de lo descrito en el presente documento:

Banco de Información Minera (BIM): Repositorio oficial de Colombia con la función de recibir, preservar, cargar, custodiar, suministrar y administrar toda la información técnica geológica y de conocimiento del subsuelo, que ha sido recopilada por los titulares mineros.¹²

Banco de Huella de Minerales: Plataforma informática en la cual se estructura, almacena y maneja información geocientífica que fundamenta la huella digital de minerales y a través

¹²<https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/BIM/Paginas/Acerca-del-Banco-de-informacion-Minera.aspx>

Avanzar en cobertura de anomalías geofísicas /genera mapa versión bienal	Cobertura en Km2	589.401	623.000	650.000	800.000	Trimestral
	Mapa de anomalías geofísicas	Versión 2020	Versión 2022	Versión 2024 /2026	Siguientes versiones	Trimestral
Generar versiones bienales de los mapas de anomalías geoquímicas y metalogénico	Atlas geoquímico de Colombia	Versión 2020	Versión 2022	Siguientes versiones		Trimestral
	Mapa Metalogénico de Colombia	Versión 2020	Versión 2022	Siguientes versiones		Trimestral
Investigar distritos con evaluación integral del potencial metalogénico	Distritos con evaluación / PND 2018-2022	16	Acumulado 36	-	-	Trimestral
Consolidar Banco de Información Minera	Implementación operación	Repositorio digital piloto	Sistemas de información digital 2022	Consolidación BIM	BIM en funcionamiento pleno	Trimestral
Consolidar Banco Huella Digital de Minerales	Plataforma tecnológica para la gestión de información o datos y de calidad en la huella digital de oro de Colombia en los diferentes Distritos Mineros	PMV (Producto Mínimo Viable) de 6 distritos	Arquitectura de datos con nivel de escalamiento o estructural y funcional aumentando 2 distritos	Arquitectura de datos con nivel estructural y funcional robusto (Machine Learning) aumentando 2 distritos	Plataforma tecnológica consolidada aumentando 2 distritos	Trimestral
Generación versión mapas bienales de caracterización cuencas con potencial de GMAC / Actualización mapa caracterización carbones	Mapa caracterización potencial GMAC	Versión 2020	Versión 2022	Siguientes versiones	Versión 2032	Trimestral
	Mapa caracterización carbones	Versión 2012		Versión 2024		Trimestral

de la cual se dispone de huella digital de minerales obtenidos de depósitos mineros presentes en un territorio.¹³

Banco de Información Petrolera (BIP): Es el repositorio oficial de Colombia con la función de recibir, preservar, cargar, custodiar y administrar toda la información técnica resultante de las actividades exploratorias y de producción de hidrocarburos que se desarrollan en el territorio nacional.¹⁴

Cartografía: Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su elaboración.¹⁵

Cartografía geológica: Arte de construir mapas bajo la ciencia de la geología.¹⁶

Conocimiento geocientífico: Referente al conocimiento de las ciencias de la tierra – término pos moderno que da cuenta del conjunto de disciplinas científicas que construyen conocimiento sobre la composición, estructura, evolución y dinámica de la Tierra. Las ciencias de la Tierra constituyen una herramienta para planificar una explotación racional de los recursos naturales, comprender las causas que originan los fenómenos naturales que afectan al ser humano y cómo este influye en la naturaleza con sus acciones. Por otro lado, las ciencias de la tierra nos permiten entender los procesos naturales que han favorecido y/o amenazado la vida del hombre, y su estudio está ligado tanto al estudio de los flujos de energía en la naturaleza y al aprovechamiento de los mismos, como a la prevención de riesgos medioambientales, sísmicos, meteorológicos y volcánicos, entre otros.¹⁷

Cuenca Sedimentaria: Zona deprimida de la corteza terrestre de origen tectónico donde se acumulan sedimentos. Para su formación se requiere un proceso de subsidencia prolongada. Los límites geográficos de las cuencas sedimentarias están definidos por los límites de las zonas subsidentes y las zonas en proceso de levantamiento o estables que las bordean. Una cuenca sedimentaria se considera activa mientras duren los procesos tectónicos que la originaron, tanto de subsidencia de la misma como de elevación de las áreas circundantes.¹⁸

Geología: Ciencia que estudia la composición y la disposición de los materiales que constituyen la litosfera terrestre, su naturaleza, su situación y las causas o fenómenos que originan esa disposición y de los efectos de los agentes que la alteran.¹⁹

Geofísica: Rama de las ciencias naturales que se ocupa de los procesos y las propiedades físicas de la tierra y sus componentes utilizando metodologías especializadas. Los datos geofísicos se aplican a las necesidades de la sociedad, como los recursos naturales (minerales, hidrocarburos, aguas subterráneas, geotermia, entre otros), la investigación de amenazas de origen natural y la protección del medio ambiente.

Geoquímica: La geoquímica es la ciencia perteneciente a ciencias de la tierra, que estudia el origen, dispersión, distribución y acumulación de los elementos químicos en rocas, suelos, aguas superficiales y subterráneas, sedimentos, y otros medios naturales de un territorio. La información geoquímica es base para identificar zonas con potencial de recursos minerales y otros recursos del subsuelo, para proyectar actividades productivas, agrícolas y obras de

¹³ SGC, 2021

¹⁴<https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/BancoInformacionPetrolera/Paginas/banco-de-informacion-petrolera.aspx>

¹⁵ MME (2003). Glosario Técnico Minero

¹⁶ MME (2003). Glosario Técnico Minero

¹⁷ Ciencias de la Tierra. Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 20:08, noviembre 3, 2021 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Ciencias_de_la_Tierra

¹⁸ Cuenca Sedimentaria. Wikipedia, La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 20:40, noviembre 3, 2021 desde https://es.wikipedia.org/wiki/Cuenca_sedimentaria

¹⁹ MME (2003). Glosario Técnico Minero

infraestructura, y en general para que la sociedad tome decisiones informadas y proyecte el aprovechamiento de los recursos naturales, en armonía con el medio natural.²⁰

Machine Learning: Disciplina científica del ámbito de la Inteligencia Artificial (IA) que crea sistemas que aprenden automáticamente de los datos en lugar de aprender mediante la programación explícita.²¹

Metalogenia: Estudio de la génesis de los depósitos minerales, con énfasis en su relación espacial y temporal a la petrografía regional y las características tectónicas de la corteza terrestre.²²

Métodos geofísicos: Métodos de prospección y exploración que utiliza las propiedades físicas inherentes a la Tierra y componentes de la corteza terrestre. Las mediciones pueden ser directas o indirectas e incluyen los métodos: gravimétrico, magnetométrico, eléctrico, electromagnético, sísmico y radiométrico.²³

Métodos geoquímicos: Técnicas de prospección o exploración mineral basados en mediciones sistemáticas de una o más propiedades químicas de un material con el fin de descubrir o identificar depósitos minerales. El contenido de trazas de un elemento o de un grupo de elementos químicos es la propiedad común, que se mide. El material natural a estudiar incluye rocas, suelos, sedimentos, vegetación, aguas y gases. La exploración geoquímica está enfocada al descubrimiento de distribuciones y concentraciones anómalas de elementos.²⁴

Mineral: Sustancia homogénea originada por un proceso genético natural con composición química, estructura cristalina y propiedades físicas constantes dentro de ciertos límites.²⁵

Geocronología: Ciencia que tiene objetivo determinar la edad y sucesión cronológica de los acontecimientos geológicos en la historia de la tierra.²⁶

Recurso geotérmico: Calor contenido en el interior de la tierra, el cual se almacena o está contenido en las rocas y/o en los fluidos del subsuelo.²⁷

No Renovable: Recursos que no tienen capacidad de recuperarse o regenerarse después de ser aprovechados, posiblemente se regeneren en escalas de tiempo geológico grandes.²⁸

Subsuelo: Se dice del terreno que se encuentra debajo del suelo o capa laborable, cuyo dominio es del Estado.²⁹

7. Referencias

Constitución Política de Colombia [Const]. Art. 361 (Colombia).

²⁰ MME (2003). Glosario Técnico Minero

²¹ Machine Learnig. Cleverdata. Fecha de consulta a las 13:00, noviembre 4, 2021 desde <https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/>

²² <https://www.medellin.unal.edu.co/~rrodriguez/victor-maksaev/METALOGENESIS-CHILE.pdf>

²³ MME (2003). Glosario Técnico Minero

²⁴ MME (2003). Glosario Técnico Minero

²⁵ MME (2003). Glosario Técnico Minero

²⁶ Geocronología. Wikipedia. La enciclopedia libre. Fecha de consulta: 14:10, noviembre 4, 2021 desde <https://es.wikipedia.org/wiki/Geocronolog%C3%ADa>

²⁷ Decreto 1073 (2015)

²⁸ MME (2003). Glosario Técnico Minero

²⁹ MME (2003). Glosario Técnico Minero

Departamento Nacional de Planeación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018 -2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Bogotá: Grupo de Comunicaciones.

Departamento Nacional de Planeación. (2021). Documento CONPES 4023: Política para la reactivación, la repotenciación y el crecimiento sostenible e incluyente: Nuevo compromiso por el futuro de Colombia. (11 de febrero de 2021). Bogotá.

Estados Unidos Mexicanos. (2013). Programa de Desarrollo Minero 2013-2018. Ciudad de México: Secretaría de Economía.

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (26 de Febrero de 2021). INGEMMET. Obtenido de portal.ingemmet.gob.pe: <https://portal.ingemmet.gob.pe/web/guest/mapa-geologico-50-000>.

Ley 2056 de 2020. Por la cual se regula la organización y el funcionamiento del sistema general de regalías. 30 de septiembre de 2020.

Ministerio de Minas y energía. (2016). Política Minera - Bases para la Minería del futuro.

Rodríguez, R., Caba, L., & Mamani, M. (2021). El Machine Learning de la Carta Geológica Nacional 50K y la Exploración Minera. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú. Obtenido de http://admin.proexplo.com.pe/files/EI_Machine_Learning_de_la_Carta_Geol%C3%B3gica.-R.Rodríguez_et_al.

Servicio Geológico Colombiano. (2013). Plan estratégico del conocimiento geológico el territorio colombiano 2013-2023. Bogotá: Participación Ciudadana y Comunicaciones.

Servicio Geológico Colombiano. (2014). Plan Estratégico del Conocimiento Geológico del territorio Colombiano 2014-2023.

Servicio Geológico Colombiano. (2021). Informe de gestión integral de función delegada. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

Servicio Geológico Colombiano. (2021). Presentación SGC "Mapas Magnetometrico y Gamaespectrometrico de Colombia Versión 2020". (13 de abril de 2021) Bogotá.

Servicio Geológico Mexicano. (26 de Febrero de 2021). Gobierno de México. Obtenido de [gov.mx](https://www.gob.mx/sgm/acciones-y-programas/geofisica): <https://www.gob.mx/sgm/acciones-y-programas/geofisica>.

SGC. (2021). Retrieved 16 April 2021, from <https://www.sgc.gov.co>.

Unidad de Planeación Minero Energética (2005). Distritos Mineros: Exportaciones e infraestructura de transporte. Bogotá.

Unidad de Planeación Minero Energética (2020). Guía Metodológica Minerales Estratégicos. Bogotá.