



El futuro
es de todos

Gobierno
de Colombia

Sentencia T 445 de agosto de 2016

Documento de Investigación científica y
sociológica respecto a los impactos de
la actividad minera y la explotación
ilícita de minerales, en los ecosistemas
del territorio colombiano



Documento técnico de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales, en los ecosistemas del territorio colombiano.

CONTEXTO INSTITUCIONAL

Sentencia T 445 de agosto de 2016

Proyecto de Investigación científica y sociológica respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano

Octubre 2019

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCION..... | 6 |
| SOBRE LOS AUTORES | 8 |
| CONTEXTO INSTITUCIONAL DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXTRACCIÓN ILÍCITA DE MINERALES EN COLOMBIA | 9 |
| 1.1 MARCO NORMATIVO | 9 |
| 1.1.1 Ambiental | 9 |
| 1.1.2 Social..... | 16 |
| 1.1.3 Minero | 16 |
| 1.2 ACTIVIDAD MINERA EN COLOMBIA..... | 19 |
| 1.2.1 Contexto de la actividad..... | 19 |
| 1.2.2 Técnicas de extracción de minerales utilizadas en el país..... | 22 |
| 1.2.3 Recursos naturales disponibles para la extracción (Conocimiento Geológico)..... | 24 |
| 1.2.4 Dinámica de la actividad minera en Colombia | 25 |
| 1.2.5 Áreas de exclusión de la actividad minera | 25 |
| 1.2.6 La minería en el SPNN..... | 29 |
| 1.2.7 Títulos mineros en Parques Nacionales | 31 |
| 1.2.8 Cadenas de valor. Principales actividades industriales que realizan operaciones de transformación y beneficio, aprovechamiento y comercialización de los minerales en el país.. | 33 |
| 1.3 PERSPECTIVA DE LA MINERÍA EN EL PAÍS | 40 |
| 1.3.1 Contexto Nacional, Regional e Internacional..... | 41 |
| 1.3.2 Retos de la actividad minera en Colombia | 49 |
| 1.4 EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE MINERALES | 52 |
| 1.4.1 Definición..... | 52 |
| 1.4.2 Regiones impactadas por la Explotación ilícita de minerales..... | 53 |
| 1.4.3 Explotación ilícita y Deforestación..... | 58 |
| 1.4.4 Explotación ilícita y comunidades | 59 |
| 1.4.5 Explotación ilícita de minerales en el Sistema de Parques Nacionales Naturales..... | 68 |
| 1.5 REGIONES CON ACTIVIDAD MINERA | 73 |
| 1.6 ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO COLOMBIANO | 74 |
| 1.6.1 Bosques andinos..... | 77 |
| 1.6.2 Páramos | 77 |
| 1.6.3 Bosques riparios y ecosistemas inundables | 80 |
| 1.6.4 Selvas tropicales..... | 81 |
| 1.6.5 Sabanas y afloramientos rocosos | 83 |
| 1.6.6 Bosques secos, matorrales xerofíticos y desiertos | 85 |
| 1.6.7 Humedales permanentes | 87 |
| REFERENCIAS | 90 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Empleo estimado en la minería. | 21 |
| Tabla 2 Área titulada y realmente intervenida en minería. | 21 |
| Tabla 3. Titulación minera. | 29 |
| Tabla 4. Resultados del análisis espacial entre la capa de PNN y Títulos Mineros..... | 31 |
| Tabla 5. EVOA con uso de maquinaria en tierra (hectáreas) Por departamento. | 57 |
| Tabla 6. Áreas Protegidas del SPNN afectadas por minería ilegal y estado del proceso..... | 70 |
| Tabla 7 Principales departamentos con actividad minera | 73 |
| Tabla 8. Unidades de Análisis ecosistémicas para el territorio colombiano. | 75 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Dinámica de los subsectores mineros. Fuente: Nota: http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/IndicadoresEconomicos.aspx | 20 |
| Figura 2. Localización de las áreas con restricción y exclusión ambiental para la actividad minera. | 27 |
| Figura 3. Títulos mineros otorgados por la ANM (febrero 2018), Comunidades étnicas (2018), y áreas de especial importancia ambiental en Colombia (las áreas protegidas que fueron usadas para la cobertura de Áreas de Especial Importancia Ambiental son: Áreas de recreación, Complejo de páramos 1:100.000, Distrito de conservación de suelos, Distrito regional de manejo integrado, Parque natural regional, Parques nacionales naturales, Reserva forestal protectora nacional, Reserva forestal protectora regional, Reserva Ley 2da, Reserva sociedad civil, RUNAP regional, Bosque seco tropical 1:100.000, Manglar y Humedales RAMSAR)..... | 28 |
| Figura 4. SPNN y Títulos mineros. Fuente: Grupo de Sistemas de la Información y Radiocomunicaciones de PNN -GSIR- marzo de 2019. | 32 |
| Figura 5. Importancia de los minerales por departamento de acuerdo al recaudo de regalías. Fuente: ANM. Datos de 2017. | 43 |
| Figura 6. Estudio de Oferta y Demanda de materiales de construcción y arcilla para las ciudades de Ibagué, Pasto, Tunja, Neiva, Popayán, Riohacha, Quibdó, Florencia, Cúcuta, Cali, Villavicencio, Cartagena, Sincelejo, Yopal, Valledupar, Montería, Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Santa Marta, Pereira, Manizales y Armenia. Fuente: UPME y Consorcio Proyección IB2 (2013, 2014 y 2015)..... | 44 |
| Figura 7. Proyecciones de la ANM con base en Plan de Trabajos y Obras de los proyectos mineros. | 44 |
| Figura 8. Mapa con Explotación ilícita 2016-2017 (Información remita en el marco de la CICOD- Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y Gestión Integral para la Protección de los Bosques Naturales), Comunidades étnicas 2018, y áreas de especial importancia ambiental | |

en Colombia (las áreas protegidas que fueron usadas para la cobertura de Áreas de Especial Importancia Ambiental son: Áreas de recreación, Complejo de páramos 1:100.000, Distrito de conservación de suelos, Distrito regional de manejo integrado, Parque natural regional, Parques nacionales naturales, Reserva forestal protectora nacional, Reserva forestal protectora regional, Reserva Ley 2da, Reserva sociedad civil, RUNAP regional, Bosque seco tropical 1:100.000, Manglar y Humedales RAMSAR).56

Figura 9. Mosaico fotográfico. Impactos de la minería ilegal de oro en el PNN Farallones. Fuente: Proceso por explotación ilícita de yacimiento minero. Minas del Socorro PNN Farallones. 72

Figura 10. Mosaico fotográfico. Impactos de la minería ilegal de coltán y oro en la RNN Puinawai. Fuente: Proceso de Explotación ilícita de minerales en RNN Puinawai..... 73

Figura 11. Proporción de Unidades de análisis de ecosistemas. 75

Figura 12. Transformación de acuerdo con unidades de análisis de ecosistemas. 76

Figura 13. Unidad de análisis de ecosistemas: Páramo..... 79

Figura 14. Unidad de análisis de ecosistemas: Selva tropical..... 82

Figura 15. Unidad de análisis de ecosistemas: Sabana y afloramientos rocosos. 84

Figura 16. Unidad de análisis de ecosistemas: Bosques secos, matorrales xerofíticos y desiertos. 86

Figura 17. Unidad de análisis de ecosistemas: Humedales permanentes..... 88

INTRODUCCION

La Corte Constitucional mediante la Sentencia T 445 de 2016, ordenó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al Ministerio del Interior, a la Unidad de Parques Nacionales Naturales, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y a la Contraloría General de la República conformar una mesa de trabajo interinstitucional, con el objeto de construir una investigación científica y sociológica, en la cual se identifiquen y precisen las conclusiones gubernamentales respecto a los impactos de las actividades mineras en los ecosistemas del territorio colombiano.

En este sentido, las entidades relacionadas en la Sentencia y otras incluidas se han reunido y conformado la Mesa de Trabajo Interinstitucional para la investigación sobre los impactos de la actividad minera en el territorio colombiano en virtud de la Sentencia T-445 de 2016 de la Corte Constitucional (Res. 0931 de mayo de 2017).

Teniendo en cuenta el alcance del proyecto de investigación conminado, éste se enfoca en la revisión y análisis del estado del arte de la información bajo el esquema IPBES (Plataforma Intergubernamental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, por sus siglas en inglés¹), para posteriormente identificar y analizar los impactos de la actividad minera así como la explotación ilícita de minerales en el país.

La plataforma IPBES funciona como un órgano intergubernamental que evalúa el conocimiento en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos a nivel global y regional, y diseña herramientas de apoyo en política para mejorar la utilización del conocimiento científico en materia de toma de decisión. En este caso, es el primer acercamiento de la metodología respecto a una actividad específica como es la minería, donde se realiza un análisis de la actividad minera y de la explotación ilícita de minerales, de forma separada, como una oportunidad para aclarar conceptualmente las diferencias entre las dos actividades, así como los impactos derivados de cada una.

De acuerdo con lo anterior, el documento presenta la investigación científica y sociológica de la actividad minera en los ecosistemas del territorio colombiano mediante la implementación de la metodología IPBES, abarcando los siguientes componentes:

- Sección 1. *Contexto institucional* de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales.
- Sección 2. *Diagnóstico de la información ambiental y social respecto a la actividad minera y la extracción ilícita de minerales en el país.*

¹ IPBES: Intergovernmental science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Auspiciado por PNUMA, PNUD, UNESCO y FAO, IPBES (Plataforma Intergubernamental científico-normativa para la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos), es el órgano intergubernamental que evalúa el estado de la biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas que estos prestan a la sociedad. La misión de la IPBES es fortalecer la interfaz científico-normativa para la diversidad biológica y servicios de los ecosistemas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, el bienestar humano a largo plazo y el desarrollo sostenible (www.ipbes.net).

- Sección 3. *Identificación y análisis de impactos de la actividad minera y la explotación ilícita de minerales en los ecosistemas del territorio colombiano.*

El presente documento, es construido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Interior, el Ministerio de Minas y Energía, El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, la Unidad Especial de Parques Nacionales Naturales de Colombia y la Agencia Nacional de Minería, describe un estado general de la actividad minera en Colombia de acuerdo con la normativa vigente del sector minero y en los ámbitos ambiental y social, e incluye la descripción de la extracción de los principales minerales, los recursos disponibles, indicadores en el marco del contexto regional, nacional e internacional, antecedentes de la actividad extractiva del país y situación actual, y descripción de las cadenas de valor relacionadas con los recursos extraídos. Así mismo plantea la problemática relacionada con la explotación ilícita de minerales.

SOBRE LOS AUTORES

A continuación, se describen las principales entidades del gobierno nacional que participaron en la construcción y aporte directo en el presente documento:

- **MARCO NORMATIVO:** Descripción general realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Ministerio de Interior, y el Ministerio de Minas y Energía.
- **ACTIVIDAD MINERA EN COLOMBIA:** Ministerio de Minas y Energía (Minería empresarial, Oficina de Asuntos ambientales y Sociales), Sistema Geológico Colombiano-SGC, Unidad de Planeación Minero Energética –UPME.
- **PERSPECTIVA DE LA MINERÍA EN EL PAÍS:** Ministerio de Minas y Energía, Agencia Nacional de Minería, y UPME.
- **EXTRACCIÓN ILÍCITA DE MINERALES:** Descripción realizada por Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio del Interior y Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- **REGIONES CON ACTIVIDAD MINERA:** Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- **ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO COLOMBIANO:** Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.

CONTEXTO INSTITUCIONAL DE LA ACTIVIDAD MINERA Y LA EXTRACCIÓN ILÍCITA DE MINERALES EN COLOMBIA

1.1 MARCO NORMATIVO

1.1.1 Ambiental

Mediante la promulgación de la Constitución Política en el año de 1991, el tema ambiental adquirió un rango constitucional al imponérsele al Estado la obligación de proteger las riquezas naturales y culturales de la nación, la diversidad e integridad del medio ambiente, los deberes de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales y el de controlar los factores de deterioro ambiental con el objetivo primordial de garantizar el desarrollo sostenible, por su parte, la Honorable Corte Constitucional en la Sentencia 411 del 17 de junio de 1999, con ponencia del Magistrado Dr Alejandro Martínez Caballero, indicó:

“Para esta Sala de Revisión, la protección al ambiente no es un "amor platónico hacia la madre naturaleza", sino la respuesta a un problema que de seguirse agravando al ritmo presente, acabaría planteando una auténtica cuestión de vida o muerte: la contaminación de los ríos y mares, la progresiva desaparición de la fauna y la flora, la conversión en irrespirable de la atmósfera de muchas grandes ciudades por la polución, la desaparición de la capa de ozono, el efecto invernadero, el ruido, la deforestación, el aumento de la erosión, el uso de productos químicos, los desechos industriales, la lluvia ácida, los melones nucleares, el empobrecimiento de los bancos genéticos del planeta, etc., son cuestiones tan vitales que merecen una decisión firme y unánime de la población mundial. Al fin y al cabo, el patrimonio natural de un país, al igual que ocurre con el histórico - artístico, pertenece a las personas que en él viven, pero también a las generaciones venideras, puesto que estamos en la obligación y el desafío de entregar el legado que hemos recibido en condiciones óptimas a nuestros descendientes (...)

Posteriormente, se llevaría a cabo la Conferencia de Río de Janeiro de 1992, cuyo propósito fundamental fue el de responder a las inquietudes formuladas en el Informe Brundtland, y establecer los principios, estrategias y acciones que hagan compatible el desarrollo económico con la equidad social y la preservación de la base natural en que se sustenta, como un compromiso inaplazable de las presentes generaciones con la comunidad global y con los futuros habitantes del planeta.

El Estado colombiano también hace parte del Convenio de Diversidad Biológica (1993), instrumento que tiene como fines la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. En cumplimiento de las obligaciones del Convenio, recientemente también se ha impulsado una Estrategia a 2020 y un Plan Nacional de Biodiversidad. Asimismo, en 2012 se adoptó una nueva Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos, que articula las dinámicas del país con las Metas Aichi 2011-2020,

aprobadas en la Conferencia de las Partes del Convenio de 2010 en Nagoya y que apuntan a materializar los objetivos del mismo².

En cuanto a los principios contenidos en la mencionada conferencia de Río de 1992, podemos resaltar los contenidos en los conceptos de desarrollo sostenible (Principio 4) y de la evaluación de impacto ambiental (Principio 17), así:

“Principio 4. Derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.

“Principio 17. Deberá emprenderse una evaluación del impacto ambiental, en calidad de instrumento nacional, respecto de cualquier actividad propuesta que probablemente haya de producir un impacto negativo considerable en el medio ambiente y que esté sujeta a la decisión de una autoridad nacional competente”.

A partir de la expedición de la Ley 99 el 22 de diciembre de 1993, se adoptaron de manera íntegra los principios ambientales de la citada declaración, en especial los principios de desarrollo sostenible y de evaluación de impacto ambiental, obligando a los Estados a exigir para la ejecución de una obra, proyecto o actividad que pudiese generar grave impacto ambiental o modificaciones notorias al paisaje la obtención de un instrumento de manejo y control ambiental denominado LICENCIA AMBIENTAL cuya herramienta de decisión denominó ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Es de anotar que, la Ley 99 creó el hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, reordenó el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y organizó el Sistema Nacional Ambiental, SINA.

Vale la pena señalar que la Ley 99, se constituyó en un hito en la región de América Latina al establecer un sistema institucional ambiental, organizado en un Sistema Nacional Ambiental-SINA, lo cual generó un verdadero fortalecimiento de la gestión ambiental en Colombia haciendo aún más visible lo ambiental tanto para la comunidad como a nivel de la Administración Pública. Dicha norma traería una distribución de competencias entre entidades públicas del orden nacional, regional y local que se refleja en un proceso descentralizado democrático, participativo, pluralista que desarrolla los principios fundamentales previstos en la Carta Política de 1991 y el derecho constitucional a un ambiente sano.

En dicha ley se señalaría de manera inequívoca que el recién creado Ministerio se encargaría, como se encarga hoy en día, entre otras funciones de formular la política nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, coordinar el Sistema Nacional Ambiental, SINA.

² Aporte incorporado en el marco de la consulta pública del proyecto de investigación. Experto externo: Grupo de Trabajo sobre las Implicaciones de las Actividades Mineras en la Amazonia" conformado por Dirección Territorial Amazonia - Parques Nacionales Naturales de Colombia (DTAM-PNN), Fundación Gaia Amazonas, Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), Sociedad Zoológica de Frankfurt (SZF), WWF Colombia. Alejandra María Laina Agudelo y Camilo Andrés Guio Rodríguez. Septiembre de 2018.

Por su parte a las autoridades ambientales regionales y autoridades ambientales urbanas, se les encargaría como función principal la administración, dentro del área de su jurisdicción, del ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio de Ambiente, función que implica el otorgamiento de los permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales necesarias para el uso de los recursos naturales renovables; así como dar cumplida y oportuna aplicación a las disposiciones legales vigentes sobre su disposición, administración, manejo y aprovechamiento y realizar el seguimiento y control de los factores de deterioro ambiental.

A los departamentos y municipios se les asignaría, entre otras funciones, la promoción y ejecución de programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables y ejercer, en coordinación con las demás entidades del SINA y con sujeción a la distribución legal de competencias, funciones de control y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de velar por el cumplimiento de los deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental y de proteger el derecho a un ambiente sano.

El Estudio de Impacto Ambiental -EIA se constituye en el instrumento básico para la toma de decisiones por parte de la autoridad ambiental al pronunciarse sobre la concesión de la Licencia Ambiental, en otras palabras, la articulación de las dimensiones económicas, ambientales y sociales para la ejecución de un proyecto, así como las medidas de prevención, control mitigación y/o corrección de los efectos ambientales ocasionados por el mismo. Es a través del EIA que debe llevar a cabo el titular el proyecto como herramienta que constituye un elemento de juicio indispensable para la decisión que ha de adoptar la autoridad ambiental al pronunciarse sobre los impactos ambientales.

Ahora bien, el EIA debe incorporar, por un lado, el análisis de los impactos que pueden sufrir los ecosistemas, así como los impactos sobre las comunidades y por otro, las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación que el proyecto pueda generar, medidas que comprenderán, en el evento en que a ello haya lugar, el reasentamiento de las comunidades que se afectarán con el proyecto.

La Corte Constitucional en la Sentencia C-746 de 2012, concluyó lo siguiente en cuanto a la licencia ambiental: *“(i) es una autorización que otorga el Estado para la ejecución de obras o la realización de proyectos o actividades que puedan ocasionar un deterioro grave al ambiente o a los recursos naturales o introducir una alteración significativa al paisaje (Ley 99/93 art. 49); (ii) tiene como propósitos prevenir, mitigar, manejar, corregir y compensar los efectos ambientales que produzcan tales actividades; (iii) es de carácter obligatoria y previa, por lo que debe ser obtenida antes de la ejecución o realización de dichas obras, actividades o proyectos; (iv) opera como instrumento coordinador, planificador, preventivo, cautelar y de gestión, mediante el cual el Estado cumple diversos mandatos constitucionales, entre ellos proteger los recursos naturales y el medio ambiente, conservar áreas de especial importancia ecológica, prevenir y controlar el deterioro ambiental y realizar la función ecológica de la propiedad; (v) es el resultado de un proceso administrativo reglado y complejo que permite la participación ciudadana, la cual puede cualificarse con la aplicación del derecho a la consulta previa si en la zona de influencia de la obra, actividad o proyecto existen asentamientos indígenas o afrocolombianos; (vi) tiene simultáneamente un carácter técnico y otro participativo, en donde se evalúan varios aspectos relacionados con los estudios de impacto ambiental y, en ocasiones, con los diagnósticos ambientales de alternativas, en un escenario a su vez técnico científico y sensible a los intereses*

de las poblaciones afectadas (Ley 99/93 arts. 56 y ss); y, finalmente, (vii) se concreta en la expedición de un acto administrativo de carácter especial, el cual puede ser modificado unilateralmente por la administración e incluso revocado sin el consentimiento previo, expreso y escrito de su titular, cuando se advierta el incumplimiento de los términos que condicionan la autorización” (Ley 99/93 art. 62). En estos casos funciona como garantía de intereses constitucionales protegidos por el principio de prevención y demás normas con carácter de orden público.

En el mismo sentido la citada Corte en la Sentencia C-035 de 1999 indicó que la finalidad de la licencia ambiental es la de habilitar a *“su titular para obrar con libertad, dentro de ciertos límites, en la ejecución de la respectiva obra o actividad; pero el ámbito de las acciones u omisiones que aquél puede desarrollar aparece reglado por la autoridad ambiental, según las necesidades y conveniencias que ésta discrecional pero razonablemente aprecie, en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos o impactos ambientales que la obra o actividad produzca o sea susceptible de producir. De este modo, la licencia ambiental tiene indudablemente un fin preventivo o precautorio en la medida en que busca eliminar o por lo menos prevenir, mitigar o reversar, en cuanto sea posible, con la ayuda de la ciencia y la técnica, los efectos nocivos de una actividad en los recursos naturales y el ambiente”*.

En cuanto al Estudio de Impacto Ambiental –EIA, la Corte Constitucional en la Sentencia 649 de 1997, indicó que este *“es un requisito indispensable para obtener la licencia ambiental. Por las características que tiene y por los aspectos de su contenido, la función de evaluarlo está asignada a la autoridad ambiental, como se desprende de los artículos 51 y 57 de la misma Ley”*.

Lo anterior significa que en Colombia, la evaluación ambiental se materializa especialmente a través del proceso de licenciamiento, orientado a la consolidación del desarrollo sostenible en el largo, mediano y corto plazo, con el objeto de reducir los efectos de los proyectos en los aspectos biofísicos -bióticos, abióticos-, económicos, sociales y culturales³.

De esta forma, las licencias ambientales nacen como resultado de la necesidad de realizar evaluación a los impactos inherentes a los proyectos, obras o actividades y se constituye en la manera en que el Estado garantiza la protección de los derechos colectivos de carácter ambiental y da cumplimiento a las obligaciones de orden constitucional. *“Se trata de un instrumento que responde a una de las premisas básicas de la protección ambiental moderna, que no es nueva tampoco y que tiene su correlato en un dicho ancestral que afirma que: más vale prevenir que curar”*⁴ razón por la cual la protección de las comunidades por las posibles afectaciones ambientales que generan el emplazamiento de los proyectos sujetos a licenciamiento ambiental son incorporados en dicho instrumento de manejo y control ambiental.

En lo que respecta al Estudio de Impacto Ambiental el Decreto 1753 de 1994, lo definiría como⁵: *“el instrumento para la toma de decisiones y para la planificación ambiental, exigido por la autoridad ambiental para definir las correspondientes medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad”*. y es por primera vez que en dicho decreto se habla y se define el Plan de Manejo Ambiental⁶, como parte de un Estudio de Impacto Ambiental-EIA, indicando que es aquél que de manera detallada,

³ La Licencia Ambiental. Universidad del Rosario. 2013.

4 MARTÍN MATEO; Ramón. El hombre, una especie en peligro. Compomanes Libros. 1993. p. 131.

5 Artículo 22 del Decreto 1753 de 1994.

6 Artículo 1º del Decreto 1753 de 1994.

establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en desarrollo de un proyecto, obra o actividad; incluye también los planes de seguimiento, evaluación y monitoreo y los de contingencia⁷.

Otra normativa relacionada:

Ley 99 de 1993

Introdujo un instrumento de comando y control para ciertas actividades que pueden generar afectaciones a los recursos naturales y modificaciones notorias al Paisaje, según lo establecido en los artículos 51 y 57 de la Ley Ibídem.

Ley 1658 de 2013: fue el resultado de un proyecto de iniciativa parlamentaria en la que participaron principalmente los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Minas y Energía, Ministerio de Salud y Protección Social y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, con planteamientos de la academia y de los industriales.

El Objeto de la ley es “A efectos de proteger y salvaguardar la salud humana y preservar los recursos naturales renovables y el ambiente, reglámenlese en todo el territorio nacional el uso, importación, producción, comercialización, manejo, transporte, almacenamiento, disposición final y liberación al ambiente del mercurio en las actividades industriales, cualquiera que ellas sean”, incluyó las disposiciones de erradicar el uso de mercurio en la minería en 5 años, en las demás actividades industriales en 10 años, ordenó a 7 Ministerios formular el Plan Único Nacional de Mercurio, entre otras disposiciones.

Ley 1930 de 2018, "por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia", cuyo objeto es “establecer como ecosistemas estratégicos los páramos, así como fijar directrices que propendan por su integralidad, preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento.”

Decreto Único Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible 1076 de 2015

Incorpora las reglamentaciones sobre cada tipo de recursos natural (aire, agua, suelo, paisaje, recursos de flora y fauna etc.), así mismo, establece reglamentaciones específicas en materia de licenciamiento ambiental en los cuales se resalta el procedimiento para la obtención de la Licencia Ambiental y las competencias de las autoridades ambientales en dicha materia. Finalmente, y en concordancia con la protección de las áreas de especial importancia ecológica se establecen las normativas que desarrollan el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Resolución N°565 de 2016

Establece los requisitos y procedimientos para el Registro de usuarios de Mercurio – RUM para el sector minero, en el marco del artículo 4 de la Ley 1658 de 2013, el cual hace parte del Sistema de Información Ambiental – SIA, que coordina el IDEAM y se constituye en un instrumento de captura y gestión de la información sobre el uso de mercurio. Ordena a las autoridades ambientales como administradoras regionales del registro que deberán tener disponible al público a través de sus sitios web la aplicación de este y garantizar la operación del mismo en el área de su jurisdicción, para atender la recepción, captura, procesamiento, actualización y difusión de la información que

7 Artículo 1° del Decreto 1753 de 1994.

diligencien los usuarios, para lo cual, deberán contar con acceso a internet y habilitar el respectivo vínculo a la dirección URL que el IDEAM disponga.

Aplica a las personas naturales o jurídicas del sector minero que en el marco de sus proyectos, obras o actividades usen mercurio de manera intencional, así como a las autoridades ambientales competentes en cuyas jurisdicciones se realicen tales actividades.

Decreto N° 2133 de 2016

Establece medidas de control a la importación y comercialización de mercurio y los productos que lo contienen, en el marco de lo establecido en el artículo 5 de la Ley 1658 de 2013, en particular del mercurio metálico clasificado por la subpartida 2805.40.00.00 del Arancel de Aduanas, y de los otros productos que contienen mercurio, entre ellos algunos minerales que contienen mercurio, sulfatos de mercurio y pilas. Señala que quien desee importar y/o comercializar los productos señalados por el Decreto, deberá registrarse como tal ante el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, presentando la respectiva solicitud de acuerdo con la reglamentación que se establezca para el efecto, el cual deberá actualizarse anualmente. Quien se haya inscrito como importador y/o comercializador de mercurio clasificado por la subpartida 2805.40.00.00 del Arancel de Aduanas solo podrá transferir el producto importado a los terceros que se encuentren registrados de acuerdo con la reglamentación que se establezca para el efecto, los cuales a su vez deberán garantizar su consumo directo.

Resolución N°130 de 2017

Establece los requisitos y el procedimiento para el Registro Único Nacional de Importadores y Comercializadores Autorizados de productos señalados en el Decreto 2133 (mercurio y productos que contienen mercurio), es el mecanismo a través del cual Mincomercio de conformidad con su competencia registrará a las personas naturales y jurídicas que pretendan importar y/o comercializar los productos del artículo 1 del Decreto 2133/16, con el propósito de identificar el uso, la destinación y la cadena de distribución del producto importado, coadyuvando así al cumplimiento del objeto previsto por la Ley 1658 de 2013. La inscripción y la actualización de la información del Registro Único Nacional de Importadores y Comercializadores Autorizados. RUNIC es requisito indispensable para importar y para comercializar mercurio y productos que lo contienen.

Resolución No. 2206-2016 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

En acto administrativo adoptó los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para proyectos de explotación minera definidos en numeral 2 de los artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015. Estos términos deben ser adaptados a la magnitud y particularidades del proyecto, sus fases de desarrollo y a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible. Y en este marco el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible como ente rector de la Política Ambiental y normatividad ambiental, ha formulado las Políticas Ambientales de Colombia en

donde participan con derechos, responsabilidades y deberes los Ministerios, Entidades Públicas y Privadas y la Sociedad en general, para avanzar hacia un desarrollo sostenible con respeto y cuidado del medio ambiente; a continuación se mencionan algunas de las políticas de mayor relevancia y que tienen gran incidencia en la gestión ambiental de los sectores productivos:

| TÍTULO | Objetivo |
|--|---|
| Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE) | Promover la Gestión Integral para la Conservación de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos, de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socio ecológicos, a escalas nacional, regional y local, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil. |
| Política de Humedales Interiores | Propender por la conservación y el uso racional de los humedales interiores de Colombia con el fin de mantener y obtener beneficios ecológicos, económicos y socioculturales, como parte integral del desarrollo del País. |
| Política de Educación ambiental | Promover la concertación, la planeación, la ejecución y la evaluación conjunta a nivel intersectorial e interinstitucional de planes, programas, proyectos y estrategias de educación ambiental formales, no formales e informales, a nivel nacional, regional y local. |
| Política de bosques | Lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población. |
| Plan de Acción Nacional de lucha contra la Desertificación y la Sequía en Colombia (PAN). | Adelantar acciones contra la degradación de tierras, desertificación y mitigación de los efectos de la sequía, así como para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, a partir de la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir dichos procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas |
| Plan Nacional de Prevención, Control de Incendios Forestales y Restauración de Áreas Afectadas. | Establecer los lineamientos de orden nacional para la prevención, control y restauración de las áreas afectadas por los incendios forestales, mitigando su impacto y fortaleciendo la organización nacional, regional y local con programas a corto (3 años), mediano (10 años) y largo plazo (25 años). |
| Plan Nacional de desarrollo forestal. | Establecer un marco estratégico que incorpore activamente el sector forestal al desarrollo nacional, optimizando las ventajas comparativas y promoviendo la competitividad de productos forestales maderables y no maderables en el mercado nacional e internacional, a partir del manejo sostenible de los bosques naturales y plantados. |
| Estrategia para un sistema nacional de áreas naturales protegidas | Asegurar la conservación de la diversidad biológica y cultural y la producción sostenible de bienes y servicios ambientales indispensables para el Desarrollo Económico, Social y Ambiental de la Nación mediante el diseño y puesta en marcha de un Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP) el cual estará integrado a la dinámica económica, social y ambiental de las regiones. |
| Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH) | Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente. |
| Política para la gestión sostenible del suelo | Promover la gestión sostenible del suelo en Colombia, en un contexto integral en el que confluyan la conservación de la biodiversidad, el agua y el aire, el ordenamiento del territorio y la gestión de riesgo, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de los colombianos. |

| TÍTULO | Objetivo |
|--|---|
| Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire | Impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles de calidad del aire adecuados para proteger la salud y el bienestar humano, en el marco del desarrollo sostenible. |
| Plan Nacional de Restauración | Orientar y promover la restauración ecológica, la recuperación y la rehabilitación de áreas disturbadas de Colombia en un marco amplio de conservación de la biodiversidad y la adaptación a los cambios globales. |
| Plan Nacional de adaptación al cambio climático | Reducir el riesgo y los impactos socioeconómicos asociados a la variabilidad y al cambio climático en Colombia. |
| Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de Bosques | Reducir la deforestación, degradación de los bosques y a promover su conservación y manejo sostenible, a través de un marco de política pública, y de coordinación técnica e institucional que vincula al sector productivo, comunidades locales y sociedad civil. |
| Política de Crecimiento Verde | Impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima. |
| Política de gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas | Fortalecer la gestión del riesgo asociado al uso de sustancias químicas en todo su ciclo de vida. |
| Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible | Orientar el cambio de los patrones de producción y consumo hacia la sostenibilidad ambiental, representó un importante avance en la articulación de los diferentes sectores que proveen bienes y servicios y el sector ambiental, a través de estrategias como la conformación de agendas sectoriales, las compras responsables y el emprendimiento de negocios verdes. |

1.1.2 Social

El Ministerio del Interior enfoca su gestión en las comunidades étnicas con un enfoque hacia la afectación socio- ambiental y como esta ha transformado sus usos y costumbres, esto de acuerdo con lo ordenado en el Auto 219 de 2011 el cual desarrolla el Enfoque Étnico Diferencial. Frente al marco constitucional colombiano tenemos los artículos 1, 7, 63, 72, 246, 329 y 330 y la Jurisprudencia de las Altas Cortes por la cual se establecen los criterios para el trabajo institucional. En cuanto a la legislación relacionada con las comunidades étnicas del país se tienen la Ley 89 de 1890 (Indígenas), Convenio 169 OIT – Ratificado por la Ley 21 de 1991 (pueblos indígenas y tribales), la Ley 70 de 1993 (afrocolombianos) Capítulo IV en materia ambiental y el V en materia minera.

1.1.3 Minero

En Colombia para el año 1886, con nueva carta política y luego de notables intentos de conformación de un Estado, en lo referente a las minas, el artículo 202⁸ determinó a favor de la república el dominio de las minas que pertenecían a la unión, las que pertenecían a los Estados de

⁸ CONSTITUCION POLITICA DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA 1886. Artículo 202: Pertenecen a la República de Colombia.

1. Los bienes, rentas, fincas, valores, derechos y acciones que pertenecían a la Unión Colombiana en 15 de abril de 1886;
2. Los baldíos, minas y salinas que pertenecían a los Estados, cuyo dominio recobra la Nación, sin perjuicio de los derechos constituidos a favor de terceros por dichos Estados, o a favor de éstos por la Nación a título de indemnización;
3. Las minas de oro, de plata, de platino y de piedras preciosas que existan en el territorio nacional, sin perjuicio de los derechos que por leyes anteriores hayan adquirido los descubridores y explotadores sobre algunas de ellas.

la unión, sin perjuicio de los derechos otorgados a los descubridores que por virtud de las leyes hayan adquirido los particulares. En consecuencia, habría de entenderse que las minas le pertenecen a la República y a los particulares que por mandato legal hayan obtenido su titularidad.

El Ministerio de Industria, a través de la Oficina Nacional de Minas el 17 de agosto de 1927, instituyó claramente los títulos principales por los cuales una persona podría realizar labores mineras en la nación al manifestar: “*Dos son los títulos principales que la ley ha otorgado hasta el presente para permitir que recojan las riquezas mineras de las regiones fluviales el uno derivado del derecho de Mazamorreo y el otro que emana de las Concesiones hechas por el gobierno a virtud de contratos de explotación*”⁹. El mazamorreo comprendió una labor completamente rudimentaria llevada a cabo en las arenas superficiales que cubren las orillas del lecho de los ríos, labor que ha venido siendo permitida para la época por más de un siglo y que limitaba al uso de herramientas que constituyeran una verdadera industria o explotación científica de mineral. En 1969 se introdujeron particularmente modificaciones al régimen legal de explotación de recursos naturales, en especial, lo referente a la propiedad sobre el petróleo, el cual le interesaba para la época a Colombia, pues buscaba atender sus propias necesidades con su propio petróleo.

La Ley 20 de 1969 logra desarrollar la concepción de Bolívar “*las minas son de propiedad de la Nación*”¹⁰, desarrollando un sistema de explotación distinto al de la adjudicación, dando origen a la concesión, el aporte minero y el permiso. Es así entonces que las minas, cualquiera que sea su clase o ubicación son de propiedad de la nación y solo los particulares por vía de excepción podrían ser propietarios de esta, bien sea por adjudicación, redención a perpetuidad o accesión, compraventa, sucesión o por cualquier otra causa, siempre que de conformidad con el artículo 5° de la misma norma hubieren sido reconocidos por el Ministerio de Minas tal derecho¹¹.

Con la entrada en vigencia del Decreto Ley 2655 de 1988, se promulgó el que fue el primer código de minas de Colombia, el cual aún se aplica en su régimen respecto de los títulos mineros otorgados en vigencia del mismo de conformidad con el contenido del artículo 14 del actual régimen normativo. Seguidamente se expidió la Ley 141 de 1994, expresa normativa reglamentaria del artículo 360 constitucional, y por la cual se crea el Fondo Nacional de Regalías y se regula el derecho del Estado a percibir regalías por la explotación de recursos naturales no renovables, modificada a su vez por la Ley 756 de 2002, en lo referente a criterios de distribución de los recursos derivados de las regalías.

La expedición de la Ley 685 de 2001, actual Código de minas, constituye el régimen vigente del sector minero, el cual se yergue en la normativa nacional con el fin de fomentar la exploración técnica y la explotación de recursos mineros de propiedad estatal y privada, propendiendo porque su aprovechamiento se efectúe de manera racional en armonía con el medio ambiente y el desarrollo integral, sostenible, económico y social del país¹².

⁹ REPUBLICA DE COLOMBIA MINISTERIO DE INDUSTRIAS. Oficina Nacional de Minas – Sección Jurídica- Bogotá, agosto 17 de 1927. *Mazamorreo limitación y reglamentación de tal Derecho*. José Antonio Montalvo – ministro.

¹⁰ Ortiz Monsalve Álvaro, *Derecho de Minas*. Editorial Temis, Bogotá 1992.

¹¹ AGENCIA NACIONAL DE MINERIA. Concepto 20131200311351 – Oficina Asesora Jurídica. “Al vencimiento de cualquiera de los términos a que se refiere el artículo 3° de la ley, el derecho sobre los yacimientos respectivos se extingue sin necesidad de providencia alguna que así lo declare, si los interesados no demuestran ante el Ministerio de Minas y Petróleos, durante el correspondiente plazo o dentro de los seis meses siguientes, que iniciaron en tiempo la explotación económica o que la suspendieron por causas legales”

¹² CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 685 de 2001. “Por la cual se expide el código de minas y se expiden otras disposiciones” Artículo 1.

En este sentido, establece que los minerales yacientes en el suelo y subsuelo pertenecen al Estado y para poder explorar y explotar cualquier mineral, se requiere un contrato de concesión minera suscrito con el Estado (Artículo 14 del Código de Minas -Ley 685 de 2001).

Este Código de Minas junto con algunas normas posteriores también ha establecido mecanismos orientados a apoyar a aquellos pequeños mineros que han ejercido la actividad de manera tradicional sin haber accedido a la legalidad para que tengan la posibilidad de trabajar bajo el amparo de un título minero.

Adicionalmente, la Ley 685 define en su artículo 159 la exploración y explotación ilícita: *“La exploración y explotación ilícita de yacimientos mineros, constitutivo del delito contemplado en el artículo 244 del Código Penal, se configura cuando se realicen trabajos de exploración, de extracción o captación de minerales de propiedad nacional o de propiedad privada, sin el correspondiente título minero vigente o sin la autorización del titular de dicha propiedad”*. Actualmente artículo 338 de la ley 599 de 2000.

De manera complementaria, dentro del marco de los esfuerzos formulados por el Gobierno Nacional y en la lucha contra las explotaciones ilícitas, se promulgaron los artículos 106 y 107 de la Ley 1450 de 2011¹³, con los cuales se establecen controles a la explotación ilícita de minerales, en una lucha frontal asumida por el Gobierno para erradicar dicho flagelo que azota las regiones en Colombia. En respuesta a la misma, y encaminados al objetivo primordial de erradicar las extracciones ilícitas contaminantes, se suscribió por parte del Estado Colombiano la Decisión de la Comunidad Andina de Naciones - CAN 774 de 2012¹⁴, que a su vez dio origen al Decreto 2235 de 2012¹⁵.

En el mismo año 2012, entra en vigencia el nuevo Sistema General de Regalías a través de la expedición de la Ley 1530, para hacer más equitativa la distribución de los recursos de regalías, bajo un esquema de eficiencia que garantice impactos positivos y continuos sobre las regiones y por la cual, todos los municipios y departamentos recibirán recursos para inversión derivados de las regalías.

De otra parte, reglamentariamente se han proferido normativas contenidas en el Decreto 1073 de 2015, las cuales han propendido por garantizar que la actividad minera cumpla los objetivos propuestos por la Constitución y la Ley. En consecuencia, recientemente se expedieron reglamentaciones sobre la comercialización de minerales (Decreto 0276 de 2015)¹⁶, minería bajo el amparo de un título minero (Decreto 480 de 2014)¹⁷, la clasificación de la minería y la minería de subsistencia (Decreto 1666 de 2016)¹⁸.

13 CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 1450 de 2011. “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014”

14 CONSEJO ANDINO DE MINISTROS DE RELACIONES EXTERIORES – COMUNIDAD ANDINA DE NACIONES. Decisión 774 de 2012. “Política Andina de lucha contra la Minería Ilegal”.

15 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Decreto 2235 de 2013. “Por el cual se reglamentan el artículo 60 de la Decisión No. 774 del 30 de julio de 2012 de la Comunidad Andina de Naciones y el artículo 106 de la Ley 1450 de 2011 en relación con el uso de maquinaria pesada y sus partes en actividades mineras sin las autorizaciones y exigencias previstas en la ley”

16 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Decreto 276 de 2015. “Por el cual se adoptan medidas relacionadas con el Registro Único de comercializadores – RUCOM”

17 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Decreto 480 de 2014. “Por el cual se reglamenta las condiciones y requisitos para la celebración y ejecución de los subcontratos de formalización minera”

18 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Decreto 1666 de 2016. “Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con clasificación de la minería.

Como se puede observar nos encontramos frente a un sector minero cambiante que asume los retos de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales con el fin de realizar una actividad minera ambientalmente sostenible mitigando los impactos ambientales que se generen a partir de la industria extractiva.

1.2 ACTIVIDAD MINERA EN COLOMBIA

1.2.1 Contexto de la actividad

Entidad: Ministerio de Minas y Energía- Minería empresarial

El desarrollo de la minería en Colombia se remonta a periodos anteriores a la colonización española, diferentes culturas precolombinas que habitaban el territorio que hoy llamamos Colombia, no sólo explotaban oro y piedras preciosas como insumo para actividades de orfebrería artesanal y ritual, sino también minerales como el carbón, la arcilla y la sal, que sirvieron para el desarrollo de centros urbanos, que eran componentes importantes de la economía anterior a la llegada de los españoles. En la Colonia, con la ayuda de mano de obra esclava, la minería de oro en Antioquia y el Chocó creció de manera importante marcando incluso momentos históricos de la región antioqueña como centro de extracción y acopio de oro y posteriormente en la época de la Independencia como fuente de financiación de los ejércitos libertadores. Durante la República, la producción de oro y piedras preciosas se consolidó superando en importancia a otros sectores básicos como la agricultura.

El carbón, por el contrario, se comienza a explotar a comienzos del siglo XX y su producción es estimulada por la demanda para alimentar las primeras locomotoras y máquinas de vapor estacionarias, dando así inicio a la industrialización del país. A partir de los años treinta con la mayor urbanización e industrialización se comenzaron a explotar otros minerales como gravas y arenas, básicos para el desarrollo de la infraestructura del país, insumos para industrias de fertilizantes y más tarde para la industria siderúrgica y cementera, hacia mitad de siglo.

Actualmente la minería a gran escala se concentra en la explotación de carbón térmico en La Guajira y el Cesar y ferromanganeso en el departamento de Córdoba. Las explotaciones de pequeña y mediana minería de carbón del interior del país se localizan en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Santanderes y en menor proporción en Antioquia, Valle, Cauca, Córdoba. Los precios de los minerales en los mercados internacionales hacen posible las perspectivas de desarrollo de grandes explotaciones mineras auríferas y de polimetálicos. En términos de cobertura geográfica y generación de empleo, se destaca la importancia de la pequeña y mediana minería en renglones como materiales de construcción, carbón, oro, minerales no metálicos y esmeraldas.

La minería de materiales de construcción y arcillas es importante para el desarrollo de la infraestructura y la vivienda del país, toda vez que estos materiales son insustituibles. El abastecimiento de la industria es básico para las centrales térmicas, cementeras, ladrilleras, la industria cervecera y manufacturera, así como todo lo relacionado con los encadenamientos productivos de la industria de las arenas silíceas y las arcillas industriales en la fabricación de cerámica para pisos, paredes, porcelana sanitaria, vajillería, pegantes especializados; la arcilla roja para la fabricación de tubos, tejas, ladrillos así como toda la gama de productos especializados que van a los mercados nacionales e internacionales.

El país cuenta con 7.677 títulos mineros (abril de 2019). El desempeño de este sector se sustenta en el desarrollo de la minería de carbón y en menor proporción en metales preciosos, níquel, esmeraldas y materiales de construcción. El país depende en gran medida de la actividad minera, con una participación promedio de 2,03% en el PIB total colombiano durante el período 2005 a 2018. Por otra parte, la explotación de minerales en Colombia genera el pago de regalías a favor del Estado como propietario de los recursos del subsuelo. Entre los minerales el más importante por su aporte al conjunto de regalías es el carbón seguido de los minerales metalíferos (cobre, oro, ferroníquel) y por los minerales no metálicos (azufre, calizas para cemento, sal marina y sal terrestre). En el siguiente gráfico se muestra la dinámica de estos tres subsectores mineros.

Elaboró: Subdirección de Minería-UPME. Cifras en Miles de millones de pesos. Series encadenadas de volumen con año de referencia 2015. Divisiones CIU Rev. 4 A.C. Incluye las divisiones Extracción de carbón de piedra y lignito, Extracción de minerales metalíferos, Extracción de otras minas y canteras, Actividades de apoyo para otras actividades de explotación de minas y canteras de la sección "Explotación de minas y canteras". Datos corregidos de efectos estacionales y de calendario. Fuente: Dane. Actualizado el 28 de febrero de 2019

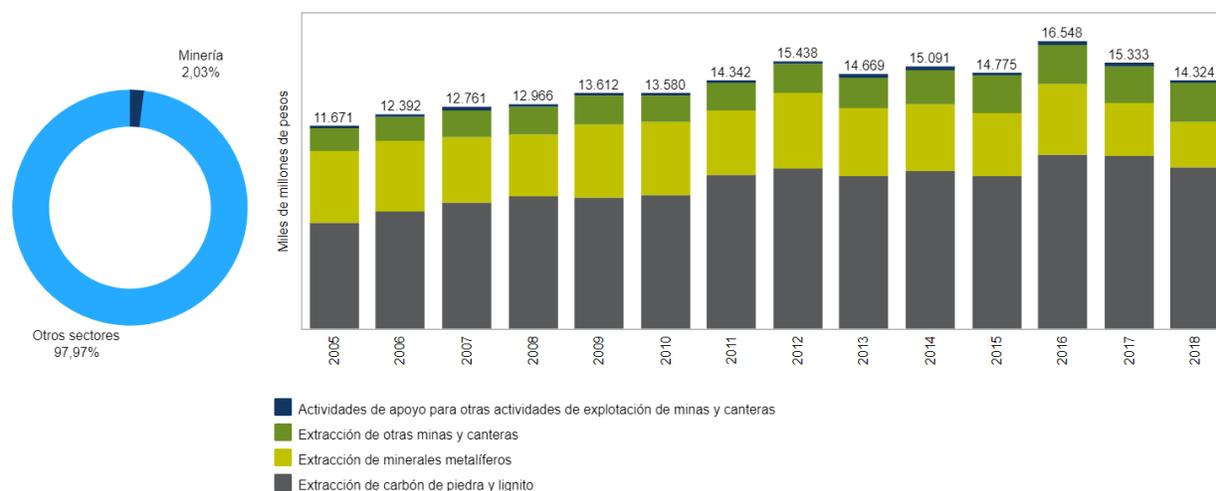


Figura 1. Dinámica de los subsectores mineros. Fuente: Nota: <http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/IndicadoresEconomicos.aspx>

A partir de 2003 la inversión extranjera directa (IED) se incrementó en forma sustancial en el sector minas y canteras, se excluye: petróleo, electricidad, gas y agua, siendo 2009 el año que presentó un mayor valor en el periodo analizado. Por otra parte, el sector minero ha aumentado sus exportaciones durante la última década. La participación total del sector minero en las exportaciones del país pasó de 2,7% en 1970 a 23,7% en 2010; con posterioridad su dinamismo se ha reducido, alcanzando en 2013 una participación de 17% del total exportado.

La balanza comercial del sector minero es superavitario, es decir, el valor total de sus exportaciones es mayor que el de sus importaciones. Este superávit está determinado especialmente por la extracción de carbón.

Respecto al empleo generado por la gran minería, existen estimaciones que indican un crecimiento de este indicador entre 2005 y 2013.

Tabla 1. Empleo estimado en la minería.

| Año | Empleos (estimados) |
|------|---------------------|
| 2005 | 175.000 |
| 2011 | 249.000 |
| 2013 | 350.000 |

Fuente: Sector de la Minería a Gran Escala. Seminario Minería Informal, ICP, USAID, Portafolio. Presentado por Claudia Jiménez, agosto de 2013, con base en información de Fedesarrollo.

En cuanto a la distribución territorial de los principales minerales, debe resaltarse un hecho importante: el número de hectáreas efectivamente explotadas es siempre inferior al que reporta Catastro Minero Colombiano (CMC) como área del título en etapa de explotación. En efecto, según una consultoría realizada por la Universidad Industrial de Santander para la UPME, 52.352 hectáreas del territorio nacional continental (equivalente al 0,05% de este total) se encuentran realmente intervenidas por minería, (a pesar de que el área concesionada total es de más de 5 millones de hectáreas) según se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 2 Área titulada y realmente intervenida en minería.

| ITEM | ÁREA (ha) | % TERRITORIO NACIONAL |
|--|-----------------------|-----------------------|
| TERRITORIO NACIONAL CONTINENTAL | 114.174.800,00 | 100% |
| ÁREA CONCESIONADA A TÍTULOS MINEROS EN COLOMBIA | 5.347.405,43 | 4,68% |
| ÁREA DE LOS TÍTULOS EN ETAPA DE EXPLORACIÓN | 2.531.877,11 | 2,22% |
| ÁREA DE LOS TÍTULOS EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE | 1.687.287,21 | 1,48% |
| ÁREA DE LOS TÍTULOS EN ETAPA EXPLOTACIÓN | 1.128.241,11 | 0,99% |
| ÁREA CONCESIONADA A TÍTULOS CON ACTIVIDAD MINERA | 560.769,24 | 0,49% |
| ÁREA REALMENTE INTERVENIDA POR LA ACTIVIDAD MINERA* | 52.352,00 | 0,05% |

Fuente: Consultoría CI-004 2014 de la UIS para UPME, “Área realmente intervenida y consumo de agua y energía en la minería en Colombia”, con datos de la ANM.

La producción de minerales en Colombia presenta una curva con tendencia creciente en la mayoría de éstos, con pequeñas reducciones durante algunos años. Los más importantes por su dinámica en los últimos 25 años son el carbón, el mineral de hierro, níquel, oro y calizas. El desempeño en la producción de carbón se debe en gran medida a la mejora en el conocimiento del suelo y el subsuelo en los últimos años. Por esta razón existe ya una serie con reservas probadas y medidas actualizada a 2014.

En Oro existen grandes proyectos de exploración con un potencial interesante para el país; sin embargo, algunos de estos presentan dificultades derivadas de la percepción de la sociedad por los impactos ambientales y sociales que pueden generar los proyectos en etapas posteriores, que ha llevado a la oposición temprana a su ejecución, incluso antes que se determine la viabilidad técnica, ambiental, económica, social y cultural.

Igualmente se estima que Colombia tiene 5.000 millones de toneladas como reservas medidas e indicadas de caliza, según datos de 2012.

1.2.2 Técnicas de extracción de minerales utilizadas en el país

Entidad: Ministerio de Minas y Energía- Minería empresarial

Se denominan minas a cielo abierto aquellas explotaciones donde los procesos para extraer los minerales se realizan en la superficie del terreno, a diferencia de las subterráneas, que se desarrollan bajo ella. Para la explotación de una mina a cielo abierto, comúnmente, es necesario excavar con medios mecánicos y/o con explosivos los terrenos y rocas que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Estos materiales prácticamente no contienen minerales de valor recuperables se denominan genéricamente estéril, mientras que la parte del yacimiento que contiene las rocas base de las cuales es posible extraer minerales de mayor pureza e importancia económica se denomina mena. El estéril excavado es necesario apilarlo en escombreras fuera del área que contiene la mena, con vistas a su utilización en la restauración de la mina una vez terminada su explotación.

Una mina subterránea es aquella explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. Para seleccionar el sistema de explotación a aplicar (minería cielo abierto o subterránea) se deben tener en cuenta varios aspectos como geológicos, de seguridad, económicos, técnicos, sociales y ambientales.

La minería para materiales de arrastre y de aluvión se efectúa para la extracción de minerales y materiales que han sido arrastrados o transportados por corrientes superficiales del agua. Se requiere que la sustancia mineral esté en o cerca de las corrientes de agua y a lo largo de las márgenes de las corrientes fluviales. Se extraen por este método, materiales de construcción (gravas, arenas), metales preciosos (oro, plata, platino), algunas gemas y metales no preciosos como estaño, entre otros.

1.2.2.1 Métodos de explotación de minería a cielo abierto

Existen varios métodos, los más usados en Colombia son: Tajo Abierto, Minería de Cajón o Descubiertas, Minería de Contorno, Métodos Mixtos, Hidráulico y Dragado como los más importantes.

Tajo abierto: Se realiza cuando los yacimientos son de gran tamaño, presentan una forma regular y están ubicados en la superficie o cerca de ésta, el avance es bancos hacia profundidad, formando una especie de cono.

Cajón o descubiertas: Este método es utilizado para depósitos que presenten estratos horizontales. La explotación se realiza con un único banco en una sola dirección lo que permite que se extraiga secuencialmente el mineral, liberando área para que posteriormente se deposite el estéril y se conforme el retrolleado.

Minería de Contorno: Este método se emplea para depósitos que presenten estratos con inclinación superior a los 10° e inferiores a los 40°, con topografía montañosa, consiste en realizar cortes transversales al cuerpo mineralizado, conformando bancos concarodantes al perfil de la montaña.

Métodos mixtos: Estos métodos se usan para depósitos con características especiales en su geología y maquinaria, ya que, para acceder al mineral objetivo ubicado detrás de la pared final o las zonas de características mecánicas pobres, se requiere el uso de técnicas, procesos y tecnologías para la recuperación del mineral “esterilizado”. También son conocidos como recuperación

secundaria cuando se realizan para extraer el mineral en las zonas detrás del diseño de las paredes finales. Permiten explotaciones con relaciones de descapote muy bajas y porcentajes elevados de recuperación.

1.2.2.2 Minería Subterránea

La explotación de minerales de forma subterránea es la extracción a través de diversos métodos de ingeniería debajo de la superficie del terreno.

Al igual que la minería a cielo abierto, para considerar la aplicación de estos métodos de explotación se debe tener en cuenta diferentes aspectos, como profundidad del cuerpo mineralizado, buzamiento (inclinación del cuerpo mineralizado), espesor (grosor de las vetas o mantos pero también se puede aplicar en depósitos masivos), características geomecánicas de las rocas, aspectos económicos y ambientales.

Cámaras y Pilares: Se utilizan para depósitos que presenten estratos horizontales o ángulos de inclinación hasta los 40°. La explotación se realiza con excavaciones en el cuerpo mineralizado, separadas por pilares que serán el soporte del techo de la explotación. Estos deberán ser dimensionados según la carga que van a soportar, las características mecánicas del mineral y las dimensiones de las cámaras. En general, consiste en una vía principal de transporte, una serie de accesos a los diferentes frentes de explotación y una vía para la circulación del aire.

Tajo Largo: Es un método utilizado en las explotaciones de carbón; los últimos avances permiten aplicar dicho método en mantos con buzamientos superiores a los 20°; consiste en la extracción de bloques rectangulares de mineral, que generalmente el lado más largo está en la dirección de rumbo, el más corto en el buzamiento, las longitudes en el rumbo por lo general superan los 100 metros y en el buzamiento los 40 metros. Es un método que permite altos rendimientos y requiere alta mecanización, en el arranque, sostenimiento, cargue y transporte.

Testereros o Escalones Invertidos: Se utilizan en minas con fuerte buzamiento. La mina se divide en pisos o niveles. Se parte de la galería superior o inferior y se abre un frente de trabajo que se va ampliando y formando bloques escalonados que van progresando a medida que avanza la explotación. El descargue del mineral se realiza por gravedad hasta la galería inferior de transporte. Este método es de alta productividad, ya que los frentes de explotación permiten la disposición de una gran fuerza de trabajo. Este sistema es ayudado por la gravedad ya que el mineral se arranca y rueda hasta el nivel más bajo donde se transporta.

Derrumbe por Bloques: Método que depende de las propiedades mecánicas y espaciales de la roca. El depósito es inducido a derrumbarse bajo la acción de la gravedad.

1.2.2.3 Minería Aluvial

Hidráulico: Se emplea en depósitos de gravas y fragmentos de roca sueltos de gran tamaño a los que se les aplica agua a presión para desintegrar el depósito que conduce hasta la zona de bombeo y lleva hasta las plantas de lavado, clasificación, trituración y concentración del mineral. La producción está limitada por la disponibilidad de agua, el espesor del depósito y el tamaño de las rocas encontradas.

Dragado: Excavación bajo el agua de un depósito aluvial grande en extensión y espesor, mediante dragas (plataformas flotantes). Es utilizado en grande, mediana y pequeña minería, en donde se

remueve el material por medio de bombas de succión a profundidad, que depositan el material succionado en instalaciones de clasificación, concentración y separación de minerales.

1.2.3 Recursos naturales disponibles para la extracción (Conocimiento Geológico)

Entidad: Servicio Geológico Colombiano -SGC

El Servicio Geológico Colombiano como parte de sus objetivos misionales (Decreto Ley 4131 de 2011), realiza la investigación básica y aplicada del potencial de recursos del subsuelo, aplicando conocimiento geológico, geoquímico, geofísico y metalogénico.

A partir de la integración del conocimiento referido y que recoge la información disponible en el país, se elaboró el mapa de zonas potenciales para recursos minerales que identifica grandes zonas que tienen potencial para alojar mineralizaciones en el territorio colombiano. Anexos mapas de zonas o áreas potenciales para recursos minerales de Colombia (2).

De la misma manera y con base en la información disponible a la fecha, se elaboró el Mapa Metalogénico de Colombia versión 2016, que es una representación a escala regional (1:1.500.000), de la distribución espacial y temporal de los depósitos y ocurrencias o manifestaciones minerales relevantes en el país, relacionándolos con su contexto geológico y agrupándolos en dominios, provincias, subprovincias y cinturones metalogenéticos. Anexo mapa metalogénico de Colombia, versión 2016 (1).

Desde el punto de vista metalogenético, el territorio colombiano se puede dividir en dos grandes áreas denominadas: Dominio Metalogenético Cratón Amazónico, que comprende la región plana oriental del país, constituida por un basamento antiguo de edad Meso a Neoproterozoico, cubierto por una secuencia sedimentaria que comprende desde el Paleozóico hasta el Cenozoico. y el Dominio Metalogénico Andino que comprende la región elevada de las Cordillera Oriental, Central y Occidental, los valles inter-Andinos y los litorales Pacífico y Caribe, que es conformada por un conjunto de rocas metamórficas y sedimentarias Paleozoicas a Cenozoicas, afectadas por la intrusión de un gran número de cuerpos ígneos, desde el Paleozoico hasta el reciente. A esta última área se asocian gran parte de los depósitos y ocurrencias conocidas actualmente en el país.

Las mineralizaciones pueden presentarse en diferentes ambientes y tiempos geológicos, tal es el caso del oro (Au), que se encuentra en las dos grandes Provincias Metalogenéticas, asociado a depósitos de placer, tipo pórfido, epitermal, etc., hospedado en varios tipos de rocas, de edades que abarcan desde el Proterozoico hasta el Cenozoico. Otro caso lo constituyen las esmeraldas, que se restringen a la Provincia Metalogenética Andina Oriental, específicamente a dos Distritos Mineros, Muzo-Cozcuez y Chivor, y que están asociadas a rocas sedimentarias de edad Cretácico a Eoceno.

Con el objetivo de facilitar la visualización de la información y la localización de los depósitos y ocurrencias minerales, para su presentación en mapas se han dividido en seis (6) grupos minerales, de acuerdo a su tipo o asociación, así: Grupo I, Metales Preciosos y Gemas (Au, Ag, Pt, Esmeraldas y Corindón); Grupo II, Metales Base (Cu, Zn, Pb, Sn); Grupo III, Metales de la Industria del Acero (Fe, Cr, Co, Mn, Ni, Nb, W, V); Grupo IV, Metales Especiales (Mg, Ti, Be, REE, Ga, Zr, Hf, Se, Te, Ta, Cd, Y, In, Si, Bi, Hg, Sb, Li, Ge, Re), Grupo V, Minerales Industriales (Al, B, P, Na, K, Ca, Ba, S), Grupo VI, Minerales Energéticos (U). Anexos mapas de depósitos y ocurrencias minerales por grupo mineral (6).

La información anterior está soportada en una base de información que puede ser consultada en línea en el sitio web del SGC, www.sgc.gov.co. El mapa metalogénico de Colombia versión 2016, así como los mapas descritos pueden ser consultados y descargados en línea en el mismo sitio referido anteriormente.

1.2.4 Dinámica de la actividad minera en Colombia

Entidad: Ministerio de Minas y Energía- Minería empresarial

La administración del recurso minero en Colombia comprende las actividades de contratación y titulación, así como de fiscalización minera. La contratación y titulación minera son funciones propias de la Agencia Nacional de Minería. Por su parte, la función de fiscalización, responsabilidad del Ministerio de Minas y Energía, ha sido delegada a la Agencia Nacional de Minería para todo el país con excepción de Antioquia; este departamento también tiene delegada en su jurisdicción la función de autoridad minera, según la Resolución 90692 del 2013 del Ministerio de Minas y Energía. El MME delegó la función de fiscalización y la ANM a su vez delegó la contratación a la Gobernación de Antioquia.

Es de recordar que en materia ambiental dependiendo de la escala y volúmenes, el control de la actividad minera está a cargo de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA- y las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002.

A partir de 2010 hubo un incremento de la titularidad minera: pasó de 8.574 títulos inscritos en el Registro Minero Nacional a 9.464 en 2012. Para el 2013 se tenían 9.710 y para 2014 los títulos mineros inscritos en el Registro Minero Nacional fueron de 9.613. A partir del 2015 hasta 2018 este número ha descendido así 9.274, 8.814, 8.300 y 7.782 respectivamente para cada uno de los años. Para abril del 2019, en el Registro Minero Nacional se encuentran inscritos 7.677 títulos, de los cuales el 5% se encuentra en etapa de exploración, el 7% en construcción y montaje y el 88% en explotación. Estos títulos mineros ocupan 3.6 millones de hectáreas que representan el 3.2% del área del territorio nacional.

La fiscalización minera en Colombia se hace a través de la evaluación documental y de inspecciones de campo. La evaluación documental es la parte de la fiscalización que consiste en evaluar el cumplimiento de todas las obligaciones legales y contractuales a través de la verificación de los documentos obrantes en el expediente minero; entre estos documentos se encuentran las pólizas mineras, los Formatos Básicos Mineros (FBM), los permisos y las autorizaciones ambientales, el pago de las contraprestaciones económicas, los Programas de Trabajos e Inversiones (PTI) o Programas de Trabajo y Obras (PTO).

Asimismo, las inspecciones de campo corresponden a la parte de la fiscalización que verifica el cumplimiento de las obligaciones técnicas, seguridad e higiene minera, ambientales, sociales, entre otras, que se derivan del título minero y de la normatividad vigente. Esta inspección se adelanta de acuerdo con la etapa en que se encuentre el proyecto minero y no perjudica el cumplimiento de los requisitos dispuestos en la ley para su ejecución.

1.2.5 Áreas de exclusión de la actividad minera

Entidad responsable: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

La sobreexplotación de recursos ha generado graves conflictos en los territorios intervenidos, evidenciándose en muchos casos impactos generales como la deforestación de ecosistemas estratégicos, el aumento de las emisiones de CO₂, Erosión, contaminación hídrica y de suelos, riesgos en las comunidades aledañas, y degradación de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos.

En el país existen áreas de exclusión de la actividad minera, las cuales cuentan con la función de proteger conservar los ecosistemas estratégicos que brindan servicios esenciales para las comunidades, además de albergar la biodiversidad característica del territorio, sin embargo, estas áreas han sido igualmente foco de la actividad ilícita. Dentro de estas áreas excluidas se encuentran (Ver mapa con áreas excluidas, Figura 2):

- Áreas de exclusión total: Páramos, Parques Nacionales Naturales, Reservas Forestales Protectoras Nacionales, Parques Naturales de carácter Regional, y humedales RAMSAR.
- Áreas de Sustracción de reservas forestales: Reservas de Ley segunda de 1959.
- Áreas Congeladas Temporalmente: Bajo Resolución 1628 de 2015 y Resolución 1814 de 2015, modificada por la Resolución 2157 de 2017.

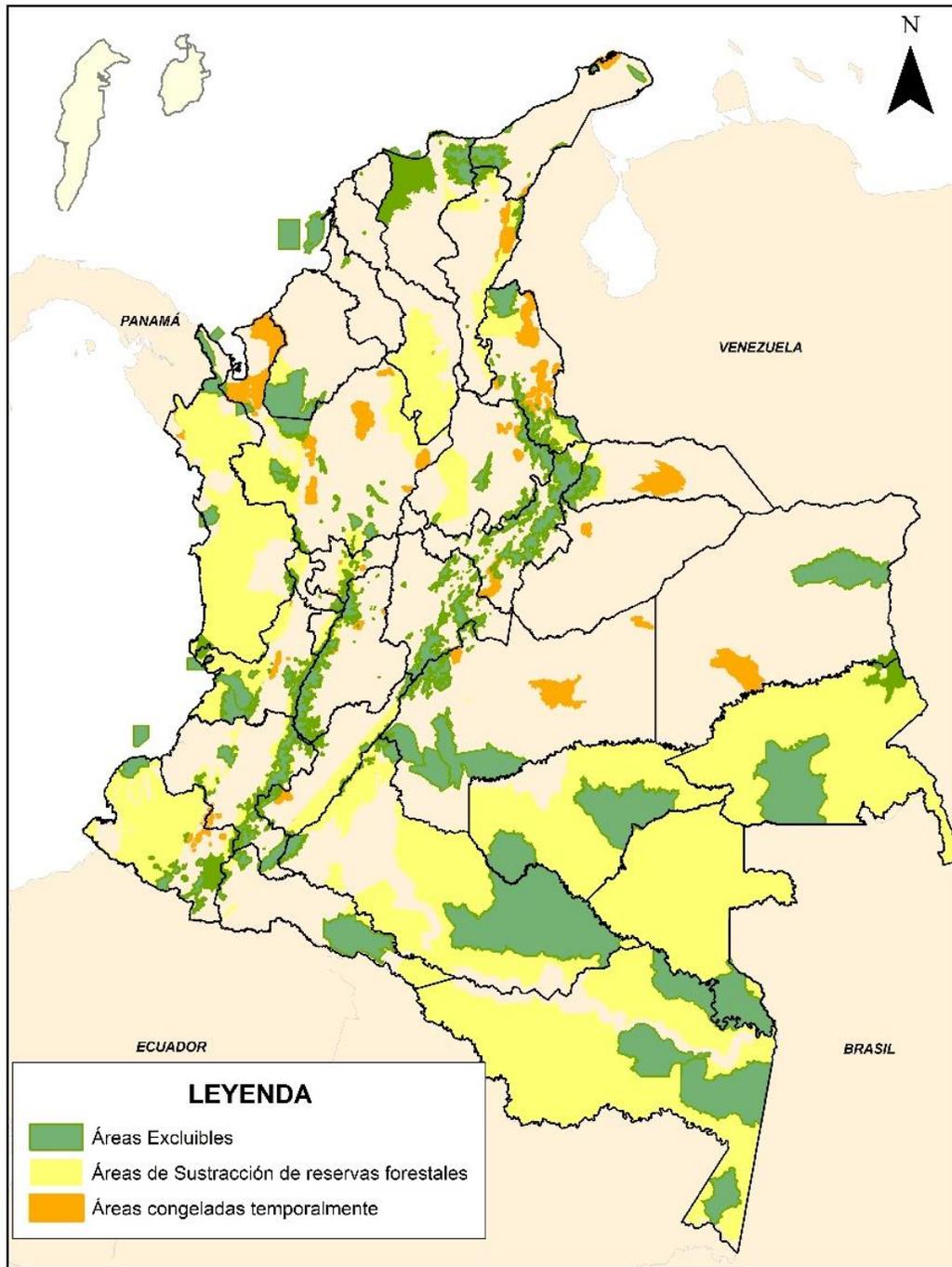


Figura 2. Localización de las áreas con restricción y exclusión ambiental para la actividad minera.

A pesar de lo anterior, actualmente existen muchos conflictos socioambientales respecto a estas zonas excluíbles y las actividades lícitas e ilícitas que se desarrollan en diferentes regiones. En el siguiente mapa se pueden observar las áreas de especial importancia ambiental en relación con los títulos mineros.

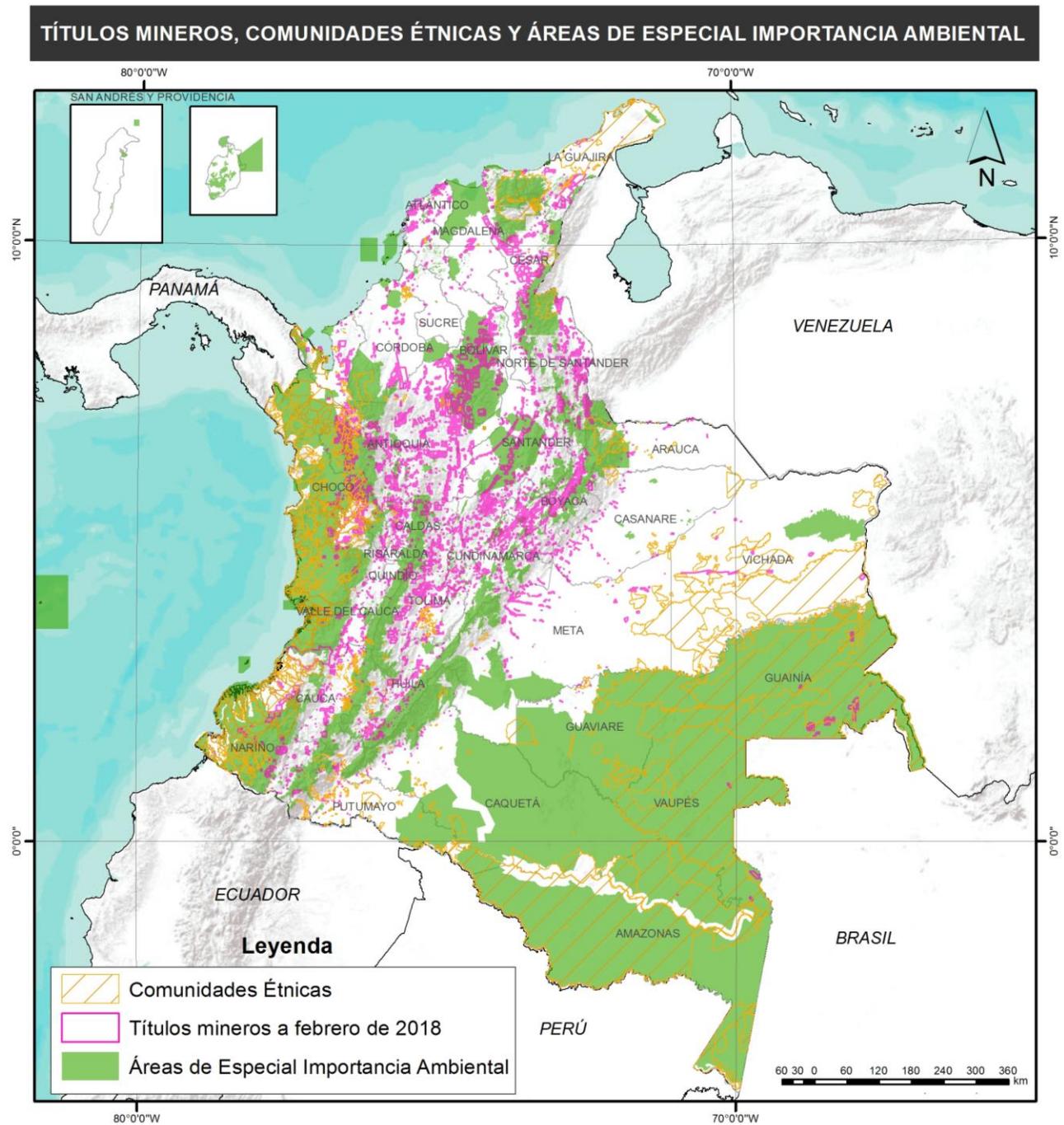


Figura 3. Títulos mineros otorgados por la ANM (febrero 2018), Comunidades étnicas (2018), y áreas de especial importancia ambiental en Colombia (las áreas protegidas que fueron usadas para la cobertura de Áreas de Especial Importancia Ambiental son: Áreas de recreación, Complejo de páramos 1:100.000, Distrito de conservación de suelos, Distrito regional de manejo integrado, Parque natural regional, Parques nacionales naturales, Reserva forestal protectora nacional, Reserva forestal protectora regional, Reserva Ley 2da, Reserva sociedad civil, RUNAP regional, Bosque seco tropical 1:100.000, Manglar y Humedales RAMSAR).

De acuerdo con la Base de datos Agencia Nacional Minera (2017), existen aproximadamente 118 mil hectáreas tituladas en Páramos, 26 mil en Reserva Forestal Protectora, y 25 mil en áreas protegidas (Parques Nacionales Naturales), como se describe a continuación:

Tabla 3. Titulación minera.

| Titulación Minera | Número | Área (Hectáreas) | Porcentaje | ETAPA | Número |
|---------------------------|--------|------------------|------------|-------------------------|--------|
| Títulos Mineros | 7.677 | 3.596.179,088 | 100,00% | * Ejecución | 8.962 |
| | | | | *Vigente-reactivado | 29 |
| | | | | *Vigente-suspendido | 23 |
| Títulos Mineros en Páramo | 383 | 118 | 2,62% | **Licencia Ambiental | 57 |
| | | | | **Plan Manejo Ambiental | 37 |
| Títulos Mineros en RFP | 126 | 26.375 | 0,58% | | |
| Títulos Mineros en PNN*** | 25 | 25.335 | 0,56% | **Licencia Ambiental | 1 |

Fuente: *Base de datos Agencia Nacional Minera-ANM. **Consulta Ventanilla Integral del Trámite Ambiental VITAL. *** PNN.

1.2.6 La minería en el SPNN

Entidad responsable: Parques Nacionales Naturales de Colombia y Agencia Nacional de minería.

Sea cual fuere la clase de minería o de extracción de minerales, la misma se encuentra prohibida para llevarse a cabo en áreas conformantes del SPNN¹⁹, pues como es de conocimiento general, en estas áreas protegidas solo están permitidas las actividades de conservación, investigación, educación, cultura, recreación, recuperación y control (Decreto 2811, 1974, Artículo 332).

En ese sentido, debe recordarse que las finalidades principales del SPNN son, de acuerdo con el referido Decreto Ley 2811 de 1974:

- a). Conservar con valores sobresalientes de fauna y flora y pasajes o reliquias históricas, culturales o arqueológicas, para darles un régimen especial de manejo fundado en una planeación integral, con principios ecológicos, para que permanezcan sin deterioro;
- b). La de perpetuar en estado natural muestras de comunidades bióticas, regiones fisiográficas, unidades biogeográficas, recursos genéticos y especies silvestres amenazadas de extinción y para:
 - 1°. Proveer puntos de referencia ambientales para investigaciones científicas, estudios generales y educación ambiental;
 - 2°. Mantener la diversidad biológica;
 - 3°. Asegurar la estabilidad ecológica, y
- c). La de proteger ejemplares de fenómenos naturales, culturales, históricos y otros de interés internacional, para contribuir a la preservación del patrimonio común de la humanidad”. (Decreto 2811, 1974, Artículo 328).

Adicionalmente, la prohibición para el desarrollo de la minería en el SPNN se establece y enfatiza claramente en el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo

¹⁹ Las áreas del SPNN, de acuerdo con el Artículo 329 del Decreto 2811 de 1974 son: Parque Nacional, Reserva Natural, Área Natural Única, Santuario de Flora, Santuario de Fauna y Vía Parque.

Sostenible: “Prohibiciones por alteración del ambiente natural. Prohíbanse las siguientes conductas que pueden traer como consecuencia la alteración del ambiente natural de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: 1. El vertimiento, introducción, distribución, uso o abandono de sustancias tóxicas o contaminantes que puedan perturbar los ecosistemas o causar daños en ellos. 2. La utilización de cualquier producto químico de efectos residuales y de explosivos, salvo cuando los últimos deban emplearse en obra autorizada. 3. Desarrollar **actividades** agropecuarias o industriales incluidas las hoteleras, **mineras** y petroleras (...). 6. **Realizar excavaciones** de cualquier índole...” (Decreto 1076, 2015, Artículo 2.2.2.1.15.1). Resaltado fuera del texto

Por otra parte, ya en lo tocante específicamente con la norma minera Ley 685 de 2001 o código de minas, expresamente se establece: “**Zonas excluibles de la minería. No podrán ejecutarse trabajos y obras de exploración y explotación mineras en zonas declaradas y delimitadas** conforme a la normatividad vigente como de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables o del ambiente...”

Las zonas de exclusión mencionadas serán las que se constituyan conforme a las disposiciones vigentes, como **áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales**, parques naturales de carácter regional y zonas de reserva forestales...” (Ley 685, 2001, Artículo 34). Resaltado fuera del texto.

A lo dicho, se debe agregar que las áreas conformantes del SPNN son áreas de especial importancia ecológica, cuyos espacios, de acuerdo con la Corte Constitucional “... no están sometidos a la obligación de garantizar un desarrollo sostenible, sino a procurar su intangibilidad. De ahí que **únicamente sean admisibles usos compatibles con la conservación y esté proscrita su explotación**” (Sentencia T-666 de 2002). Resaltado fuera del texto.

En el contexto anterior, queda suficientemente claro que la minería es una actividad prohibida y proscrita al interior de las Áreas Protegidas del SPNN, por lo tanto, cualquier actividad minera que se lleve a cabo en su jurisdicción, incluida la exploración, es ilegal y sujeta del procedimiento sancionatorio ambiental de acuerdo con lo establecido en la Ley 1333 de 2009²⁰, sin perjuicio de las sanciones contempladas en el Código Penal colombiano.

Debe señalarse, además, que las áreas del SPNN pueden verse afectadas no solo por la minería ilegal en su interior, sino por la legal que podría desarrollarse cerca de sus límites o en su área de influencia y/o áreas con función amortiguadora, generalmente por impactos asociados con las emisiones atmosféricas o contaminación hídrica, o inclusive la que se ejecute en zonas apartadas por los impactos ambientales indirectos diferidos e inducidos. En este marco, muchos de los proyectos de explotación minera, así no se encuentren dentro de las áreas del SPNN, deberían ser objeto de concepto por parte de PNN al tenor de lo estipulado en el Decreto 3572 de 2011 “Artículo 2. Funciones. Parques Nacionales Naturales de Colombia, ejercerá las siguientes funciones: 1... 7. Otorgar permisos, concesiones y demás autorizaciones ambientales para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables en las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales y emitir concepto en el marco del proceso de licenciamiento ambiental de proyectos, obras o actividades que afecten o puedan afectar las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, conforme a las actividades permitidas por la Constitución y la ley. (Decreto 3572, 2011, Artículo 2, Numeral 7). Subrayado fuera del texto.

²⁰ Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones

1.2.7 Títulos mineros en Parques Nacionales

Entidad responsable: Parques Nacionales Naturales de Colombia y Agencia Nacional de minería

No obstante ser la minería una actividad proscrita e ilegal como se ha señalado, existen varios títulos mineros otorgados que se traslapan o se superponen con áreas del SPNN, los cuales, a pesar de haberse expedido por la Autoridad Minera correspondiente, no serán de ninguna forma autorizados para su explotación por parte de PNN por las razones antes expuestas.

Al 18 de marzo de 2019 existen 25 títulos mineros otorgados que se superponen en un área de 25.334,71 hectáreas en 12 áreas del SPNN, tal y como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura 4 siguientes:

Tabla 4. Resultados del análisis espacial entre la capa de PNN y Títulos Mineros.

| Territorial | Categorías | Nombre PNN | CODIGO_EX P | Area (m2) | Area (Ha) | Traslape PNN (%) |
|----------------------|------------|------------------------|---------------|------------------------|-------------------|------------------|
| DTAM | PNN | Yaigoje Apaporis | IGH-15001X | 20.099.681,698 | 2.009,968 | 0,1903 |
| Total DTAM | | | | 20.099.681,698 | 2.009,968 | 0,1903 |
| DTAN | PNN | Pisba | DL2-151 | 9.104,714 | 0,910 | 0,0026 |
| | | | GD4-112 | 1.680.549,862 | 168,055 | 0,4769 |
| | | | GD4-112A | 38.309,287 | 3,831 | 0,0109 |
| | | | GDT-09251X | 21.698,238 | 2,170 | 0,0062 |
| | | | GDT-09E | 2.213,522 | 0,221 | 0,0006 |
| | SFF | Tamá | GI7-131 | 95.935,907 | 9,594 | 0,0188 |
| Total DTAN | | | | 1.859.177,803 | 185,918 | 0,5324 |
| DTAO | PNN | Las Hermosas | HBN-111 | 57.606,978 | 5,761 | 0,0046 |
| | | | Las Orquideas | B7524005 | 25.614,847 | 2,561 |
| | | C3921011 | | 3.072,884 | 0,307 | 0,0011 |
| | | FE00-01 | | 850.310,370 | 85,031 | 0,2957 |
| | | T2062005 | | 250.871,342 | 25,087 | 0,0873 |
| | | T2067005 | | 1.000.037,379 | 100,004 | 0,3478 |
| | | Los Nevados | GLN-094 | 17.972,833 | 1,797 | 0,0029 |
| | | Puracé | DDT-091 | 14.554,305 | 1,455 | 0,0016 |
| | | Selva de Florencia | EDLD-08 | 307.668,488 | 30,767 | 0,3071 |
| | | | IIB-08001 | 9.412,447 | 0,941 | 0,0094 |
| Tatama | KI4-11211 | 0,015 | 0,000 | 0,0000 | | |
| Total DTAO | | | | 2.537.121,888 | 253,712 | 1,0663 |
| DTCA | PNN | Paramillo | GFL-141 | 3.177.526,437 | 317,753 | 0,0630 |
| | | | HI6-15311 | 3.532.205,060 | 353,221 | 0,0701 |
| | | | L1433005 | 109.105,416 | 10,911 | 0,0022 |
| | | | LCP-08142 | 2.440.670,983 | 244,067 | 0,0484 |
| | | | LCP-08144X | 20.795,897 | 2,080 | 0,0004 |
| Total DTCA | | | | 9.280.303,793 | 928,030 | 0,1841 |
| DTPA | PNN | Los Farallones de Cali | 432 | 219.570.789,937 | 21.957,079 | 11,1818 |
| Total DTPA | | | | 219.570.789,937 | 21.957,079 | 11,1818 |
| Total general | | | | 253.347.075,118 | 25.334,708 | 13,1549 |

Fuente: Grupo de Sistemas de la Información y Radiocomunicaciones de PNN -GSIR- marzo de 2019.

Frente a esta problemática, PNN trabaja con la autoridad minera para solucionar las superposiciones de títulos mineros al interior de las áreas protegidas, con el propósito de lograr que ningún título se traslape, así sea parcialmente, con las áreas del SPNN. A manera de conclusión, la

pretensión es que dentro de las áreas protegidas del SPNN no haya en el futuro inmediato ningún tipo o clase de minería, razón por la cual se persigue a los responsables de su Explotación ilícita, o definitivamente se niega su exploración, y por ende su explotación, a aquellos que puedan esgrimir algún título minero que se superponga con su jurisdicción.

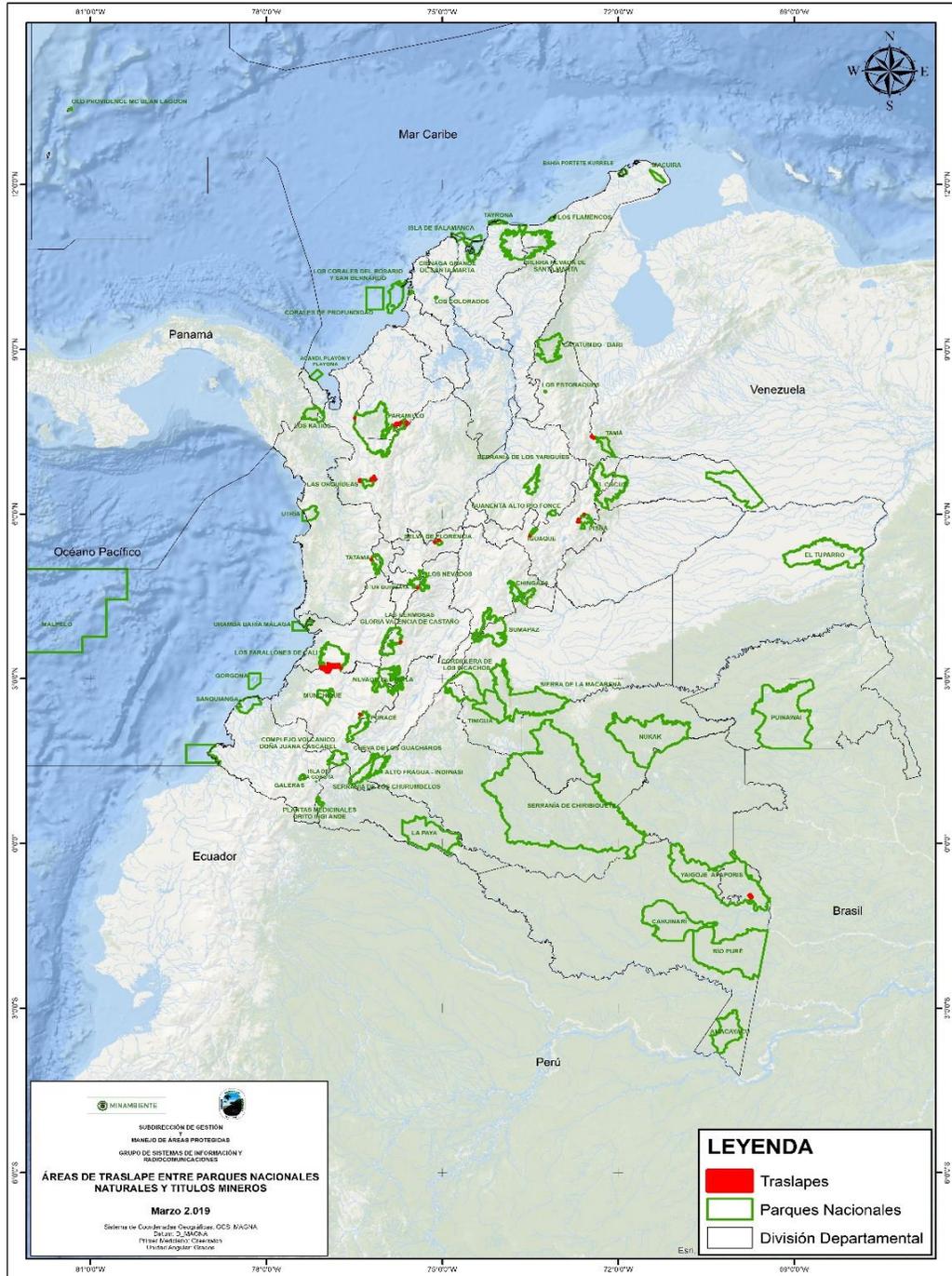


Figura 4. SPNN y Títulos mineros. Fuente: Grupo de Sistemas de la Información y Radiocomunicaciones de PNN - GSIR- marzo de 2019.

1.2.8 Cadenas de valor. Principales actividades industriales que realizan operaciones de transformación y beneficio, aprovechamiento y comercialización de los minerales en el país

Entidad: Ministerio de Minas y Energía- UPME

Oro: El oro puede ser obtenido tanto de manera primaria, o sea siendo extraído a través de minería, como secundaria, a través del reciclaje de chatarra. En el caso de la ruta primaria, el oro se comercializa tanto en lingotes doré, donde el oro viene asociado a otros metales (plata principalmente), y contenido como subproducto en concentrados de cobre o plomo, entre otros. Para los lingotes doré y la chatarra de joyería, dado su alto contenido de oro pasan directamente a la etapa de refinación, donde se obtiene oro puro, el que puede ser transformado ya sea en lingotes o formas específicas según sea su uso final. Para el caso de los concentrados donde el oro es subproducto, como también la chatarra contenida en productos electrónicos, el metal es obtenido en fundiciones, donde es normalmente transformado en lingotes de oro puro. La razón de seguir este proceso es que la obtención del oro no es de manera directa desde el producto inicial, sino que debe pasar por otros procesos para que la obtención del oro sea posible, y son dichas fundiciones las que poseen refinerías que permiten la obtención de este y otros metales. En Colombia, el oro se encuentra principalmente en dos tipos de depósitos: vetiformes y de placeres, de acuerdo al estado en que se encuentre, ya sea diseminado en rocas o libre en depósitos de placer, dependiendo del tipo de depósito que se tenga, se emplea el tipo de minería: Aluvial, de superficie o subterránea y a su vez después de tener un estudio de las condiciones estructurales del mismo se procede a escoger el método de explotación. La explotación subterránea utiliza martillos neumáticos o eléctricos y explosivos (Anfo, idugel o pólvora blanca) para el arranque, vagonetas y skip para el transporte interno, ventilación mecánica y bombas para la extracción de aguas de infiltración; para el beneficio utilizan conminución, clasificación, concentración y lixiviación, en conminución utilizan trituradoras, molinos (en algunos casos molinos de bolas, cocos o barriles), en concentración: concentradores por gravimetría, de lecho pulsante y lixiviación por cianuración por agitación (incluyendo el proceso Merrill Crowe que precipita el oro usando polvo de cinc para luego ser fundido en los hornos del mismo entable).

En minería aluvial se utilizan dragas de succión para remover el lecho aluvial y llevarlo hasta una clasificadora o canalón donde se beneficia el oro por gravedad, mientras dos excavadoras perfilan los cargueros dejados en el proceso, en definitiva se implementan tres operaciones unitarias: clasificación y concentración en el canalón o la clasificadora que en la parte superior tiene una malla con una abertura de una pulgada, el material que pasa la malla cae a un tapete que concentra el material enriquecido. La explotación en llanuras aluviales, utilizan excavadoras y buldóceres para descapotar y remover depósitos antiguos de llanura aluvial ricos en oro y platino. El material arrancado es llevado a canalones en forma de Z para clasificación, las colas son perfiladas con buldóceres en sistemas de retrolenado. En general se utilizan bombas de desagüe para retirar las aguas de infiltración, escorrentía y precipitación recibidas dentro del corte y conducir las a piscinas sedimentadoras para posteriormente recircularlas hacia los canalones. Este tipo de explotación generalmente utilizan concentración gravimétrica, primero en canalón y luego en batea.

Carbón térmico: La distribución global de los yacimientos de carbón, junto con los distintos tipos de carbón, tienen como consecuencia la utilización de varios métodos diferentes de extracción y de procesamiento de carbón. El tipo, ubicación, cantidad y cualidades económicas de un mineral en particular son todos factores que determinan en qué forma éste será extraído y procesado. Las

técnicas subterráneas obviamente tienen un impacto ambiental mucho más bajo en términos de las alteraciones del suelo. El descapote necesario para extraer los mantos de carbón cuando éste se encuentra en la cima de un cerro, que implica verter el exceso de tierra en los valles de ríos adyacentes, es una técnica particularmente dañina y es cada vez más inaceptable para la comunidad ambiental. El principal equipo usado en la extracción a tajo abierto es la dragalina en el caso de minas muy grandes o palas y camiones tradicionales en el caso de operaciones más pequeñas. Generalmente, las dragalinas se usan para remover el material estéril que cubre el mineral. Para transportar el mineral desde la mina a la planta de procesamiento, se utilizan camiones o, si las distancias son mayores, máquinas transportadoras o ferrocarriles. Una ventaja clave de la extracción a tajo abierto es que suele ser posible recuperar un alto porcentaje del carbón *in situ* (90% o más) debido al fácil acceso al mineral. Cuando las reservas de carbón están a mayor profundidad, la extracción a través de minería subterránea es el método preferido. La extracción subterránea implica el uso de maquinaria subterránea, perforar hasta el mineral y luego, extraer y transportar el mineral a la superficie para su procesamiento. Una mina subterránea puede usar dos diferentes enfoques hasta alcanzar y recoger el mineral. El primer enfoque, llamado método de cámaras y pilares, requiere la construcción de pasajes a través de los cuales se mantienen pilares naturales para proteger la integridad estructural de la mina subterránea. Una vez que todo el mineral económico es recuperado, los pilares pueden ser extraídos. El segundo enfoque, llamado *longwall mining*, utiliza una gran máquina llamada rozadora-cargadora para tirar y empujar a través de veta de mineral expuesta, con lo que automáticamente se extrae el carbón. Este proceso es altamente automatizado, y requiere altos costos de capital de maquinaria. En algunos casos, el carbón directamente extraído de la mina o *run-of-mine* puede estar en condiciones para la venta directa. No obstante, varias veces sucede que el límite entre la veta del carbón y la roca caja no está claramente definido y el carbón extraído se contamina con otros minerales y con materia orgánica que no ha completado totalmente el proceso de carbonización. Esto significa que el carbón debe ser limpiado y concentrado. Existe una variedad de técnicas de flotación y gravitacionales involucradas. Cada planta de lavado debe ser cuidadosamente diseñada para adecuarse al carbón específico que va a ser procesado, de modo que esto debe ser tratado como una descripción genérica. Una vez que el carbón ha sido limpiado de esta forma, es seleccionado y almacenado en varios silos, desde los cuales es transportado en vagones o camiones hasta el terminal de exportación. La explotación de las minas de Carbón Térmico en Colombia se realiza a cielo abierto y subterránea, los principales yacimientos carboníferos que se explotan a cielo abierto se encuentran ubicados en la costa Caribe en los departamentos de la Guajira y el Cesar, mientras que los yacimientos carboníferos que explotan de manera subterránea están ubicados en los departamentos de Boyacá, Santander, Norte de Santander, Antioquia, Cauca y Valle del Cauca principalmente; aplicando diferentes métodos de explotación que varían de acuerdo a las características propias de cada uno de los yacimientos carboníferos. La explotación en la minería de carbón desarrolla las operaciones unitarias de arranque, cargue, transporte, sostenimiento, entre otras. En minería subterránea generalmente realizan perforación y voladuras, arranque, cargue, transporte y actividades auxiliares, sostenimiento y ventilación, en mediana y pequeña minería se utilizan martillos neumáticos y picadores especiales para carbón, apoyados manualmente con picos y palas, en algunas pequeñas minas y mediana minería se utiliza explosivos (Anfo e Indugel), vagonetas y jaula de extracción (skip) y bombas para extracción de las aguas infiltradas en los niveles y de la mina. La ventilación generalmente se da con circuitos de ventilación auxiliar. La explotación de carbón a cielo abierto es totalmente mecanizada obteniendo grandes rendimientos; utilizando equipos como excavadores, buldócer, retroexcavadoras, motoniveladoras y cargador.

Con respecto a la cadena de valor en el país, los procesos de conminución (trituradora de rodillos,) son los más aplicados, según los procesos de lavado (Torre de Lavado - screen - ciclón).

Carbón metalúrgico: La mayor parte del carbón metalúrgico se convierte en carbón de coque antes de ser usado en el alto horno. El objetivo de este proceso es remover las materias volátiles y que las partículas de carbono en el carbón se integren en pepitas duras que serán lo suficientemente resistentes para permitir que los gases fluyan eficientemente en el alto horno. De este modo, hay exigencias de calidad muy estrictas asociadas con el carbón metalúrgico, y solamente una minoría del carbón bituminoso del mundo es adecuado para este fin. El carbón metalúrgico debe ser bajo en cenizas, puesto que todas las impurezas terminarán en el alto horno y generarán niveles elevados de escoria o afectarán la calidad del hierro fundido. Además, el carbón metalúrgico necesitará contar con buenas propiedades de coquización. Esto significa que se formará un carbón de coque fuerte con bajos niveles de material refinado. Por esta razón sus características físicas y elementos químicos como la fluidez-plasticidad, dilatación, permeabilidad a los gases de hinchamiento priman por sobre el contenido energético. Por ende, al ser utilizado como componente primario en la fabricación de productos procesados como el acero y aleaciones metálicas, el carbón coque debe tener contenidos bajos de azufre y fósforo, siendo por ende más escaso y caro que su contraparte térmica. Evaluar un carbón metalúrgico específico e identificar su lugar en el mercado es una tarea técnicamente compleja que involucra numerosas pruebas. Producto de lo anterior, es importante resaltar el costo de las materias primas en el precio final del acero terminado. Según las estimaciones de CRU, en 2017 el hierro y el carbón metalúrgico (también conocido como reductor), en promedio representaron un 26% y 17% respectivamente del costo total de producir acero a nivel global. La explotación de las minas de Carbón Metalúrgico en Colombia se realiza en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca donde se encuentran los principales yacimientos de este tipo de carbón, estos yacimientos se explotan de manera subterránea aplicando diferentes métodos de explotación que varían de acuerdo a las características propias de cada uno de los yacimientos carboníferos ensanche de tambores paralelos, tajos cortos, entre otros, la explotación se realiza con martillos neumáticos y también de manera manual (pico y pala), para el estudio se tomaron 11 títulos mineros de Carbón Térmico con áreas intervenidas que oscilan entre 0.32 Ha y 296.52 Ha, obteniendo un área total intervenida de 800,52 Ha. y un promedio ponderado de área intervenida de 72,77 Ha. En minería subterránea generalmente realizan perforación y voladuras, arranque, cargue, transporte y actividades auxiliares, sostenimiento y ventilación, en mediana y pequeña minería se utilizan martillos neumáticos y picadores especiales para carbón, apoyados manualmente con picos y palas, en algunas pequeñas minas y mediana minería se utiliza explosivos (Anfo e Indugel), vagonetas y jaula de extracción (skip) y bombas para extracción de las aguas infiltradas en los niveles y de la mina. La ventilación generalmente se da con circuitos de ventilación auxiliar. Con respecto al beneficio, como conjunto de actividades y operaciones necesarias para el mejoramiento de las condiciones físicas del carbón que permitan adecuarlo a determinados usos y un mejor transporte. Por lo general incluye las siguientes etapas: z Separación: división de carbones con cualidades diferentes dispuestos en mantos o vetas contiguas, por lo general se hace dentro de la mina. - Selección o clasificación manual: sustracción manual de rocas adyacentes, intercalaciones al manto o impurezas que puedan acompañar el carbón al ser extraído de la mina. - Trituración y quebrantamiento: reducción de las dimensiones de los fragmentos de carbón extraído como parte de una clasificación por tamaño que además es útil para su transporte o para cumplir con requisitos exigidos en el mercado. En este proceso se utilizan sistemas mecánicos hechos por trituradoras de mandíbula y martillo tales como: comprensión, rodadura,

impacto, fricción, desgaste o rozamiento. - Tamizado o clasificación por tamaño: clasificación del material mediante mallas que controlan el paso del material según el tamaño. - Lavado: disminución del porcentaje de cenizas e impurezas para minimizar los impactos ambientales negativos asociados con la combustión del carbón. El proceso puede ser en húmedo, según tamaño y forma, o en seco, según las diferencias en densidad y fricción. -Secado: disminución de humedad mediante calentamiento mecánico del carbón. - Mezcla de carbones: combinación y homogeneización de carbones con diferentes propiedades para que la mezcla cumpla los requisitos del mercado. El coque colombiano se produce en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander, donde hay un continuo crecimiento en la construcción de hornos.

Níquel: Existe un alto grado de integración vertical en la industria del níquel debido a la diversidad de procesos de producción empleados para tratar los diferentes minerales. Las minas de sulfuro, por ejemplo, se han integrado tradicionalmente en países como Canadá y Rusia con las instalaciones de fundición y refinación. Sin embargo, estas minas de igual forma pueden producir concentrado de níquel el cual puede ser transportado para ser procesado en fundiciones y refinadoras no integradas. En línea con lo anterior, existe un creciente comercio de concentrados y mate entre operaciones no integradas, aunque sigue constituyendo un porcentaje reducido del mercado global. El mineral de níquel de las minas de laterita, presente en Colombia se procesa normalmente como ferroníquel o grado LME (>99.8% Ni) y el cual rara vez está integrado, a diferencia de las operaciones de sulfuros. En este sentido, los grandes productores de NPI, FeNi y níquel refinado como China, Japón y Corea del Sur no están integrados con las minas de laterita, por lo cual deben adquirir mineral de alto grado (sapolita) a países como Filipinas, Indonesia y Nueva Caledonia. En línea con lo anterior, la limitada disponibilidad de mineral sapolita de alto grado en Colombia los productos de níquel puede adquirir una gran variedad de formas. La mayoría de la producción de níquel termina como níquel metálico de alta pureza, en forma de cátodos, briquetas, pellets y otros. El níquel metálico refinado se usa en una variedad de usos finales, incluidos todos los usos distintos del acero inoxidable. Otros productos relevantes son el ferroníquel (disponible en diferentes calidades, pero generalmente dentro del rango de 20-45% Ni, y utilizado en la producción de acero inoxidable) y el NPI (un producto de ferroníquel de menor grado, el cual contiene generalmente menos de un 15% de Ni y también es usado por la industria del acero inoxidable). El NPI es mayormente producido en China para la producción doméstica de acero inoxidable. Más abajo en la cadena de valor, los productos terminados en base a níquel son demandados por una gran cantidad de consumidores. El acero inoxidable es principalmente utilizado en los sectores de la construcción, transporte, contenedores y una gran variedad de equipamiento para distintos propósitos. Las aleaciones en base a níquel, por su parte, producto de su gran resistencia a condiciones adversas son utilizadas en productos que requieren resistencia a la corrosión (como las monedas) y a temperaturas elevadas. Por último, al ser un componente clave en la producción de baterías, los productos de níquel son demandados por una amplia gama de productos ligados al sector electrónico, tecnológico y automotriz. Asimismo, cabe resaltar que el níquel requerido por la industria de baterías es de alto grado, para garantizar un cátodo de alta calidad el cual no afecte el rendimiento ni seguridad del producto. En línea con lo anterior, el níquel de mejor calidad es consumido principalmente en economías tecnológicamente avanzadas, ya que es casi imposible reemplazarlo por chatarra en este tipo de procesos, como sí sucede en la producción de acero inoxidable. Colombia cuenta con un título minero en explotación, con un área intervenida de 1.064,48 Ha, con un porcentaje de 2,01 sobre el área concesionada de 52.850,89 la explotación de la minas se realiza a cielo abierto, aprovechando la pendiente el depósito se divide

en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (bancos) simultáneamente de esta manera la cantera va adquiriendo una forma escalonada, la explotación se realiza de manera mecanizada (retroexcavadoras, buldócer, cargadores). La mena se extrae por minería a cielo abierto - open pit -, y se almacena en pilas o stocks según la calidad (%Ni), de allí se llevan a la trituración donde se mezclan a fin de obtener un material homogéneo (%Ni) y procesarlo en la planta de fundición que se ubica cerca de la mina. La planta de fundición produce gránulos de Ferroníquel de alta pureza (37,5% de Ni) con bajo contenido en Carbono, por lo que son usados exclusivamente en la producción de acero inoxidable. La Escoria que es depositada en pilas puede ser reprocesada posteriormente.

Cobre: La cadena de valor del cobre comienza desde la producción en mina o con el proceso de reciclaje, y termina con los productos semi-terminados de cobre vendidos al usuario final. En el proceso de reciclaje, la chatarra entra al proceso de fundición como carga fría o en refineries a fuego. Cuando la chatarra es de alta pureza, se puede utilizar directamente en la elaboración de productos semi-terminados. Dentro de la cadena de valor los principales mercados son el de concentrado de cobre y el de cobre refinado. Los modelos de negocios para la industria del cobre refinado pueden abarcar la cadena de valor completa o bien dividirse por procesos. Para el cobre refinado, los dos modelos mayormente utilizados son: • Modelo integrado: desde la extracción en mina del material, hasta la producción de cátodos de cobre (cobre refinado). • Modelo desintegrado: parte con la extracción del mineral hasta la formación del concentrado. En este caso, el concentrado es vendido a una fundición, la cual se encarga del resto proceso hasta la obtención de cátodo de cobre. Para 2017, un 42% del concentrado de cobre producido provino de empresas que se encuentran integradas. El 58% restante fue producido y vendido a terceros. Si bien no existe un precio transado en bolsa para el concentrado de cobre, este se estima a través del precio del cobre refinado (proveniente de la Bolsa de Metales de Londres, LME), los costos de tratamiento y refinación y qué tan bien abastecido se encuentra el mercado de concentrados en comparación con la capacidad de fundición existente. En Colombia la mina el roble tiene métodos de procesamiento consisten en trituración convencional, molienda y flotación para producir un concentrado de cobre y oro. La molienda es de 80% pasando 200 mallas para la alimentación de flotación. Cuatro bancos de seis células de flotación generan concentrados que posteriormente se espesan, filtran y almacenan en el sitio para su envío a través del camión de carretera hasta el puerto de la costa del Pacífico de Buenaventura. Los relaves de proceso se depositan en una instalación de embalse situada a lo largo de los bancos del Río Atrato junto a la planta de procesamiento, o en un depósito de relaves separado situado aguas abajo de la planta de procesamiento.

Roca fosfórica: El ácido fosfórico representa un segmento significativo del valor de la roca fosfórica y las cadenas de proceso. Hasta un 80% de toda la roca fosfórica se utiliza para producirlo, y luego es utilizado para producir una variedad de fertilizantes vinculados y otros productos. Existen dos vías básicas para la producción comercial del producto. El proceso húmedo reacciona la roca fosfórica con un ácido fuerte, generalmente ácido sulfúrico. También se puede utilizar ácido nítrico y ácido clorhídrico. El proceso térmico se produce por la oxidación en el aire del fósforo elemental y la hidratación posterior del pentóxido de fósforo intermedio. El fósforo elemental se fabrica inicialmente mediante la reducción de carbono de la roca fosfórica en un horno eléctrico.

Platino: En 2017 un 58% de la producción total de platino provino de la minería, mientras que el 42% restante provino del reciclaje de chatarra. Con respecto a la producción desde minería, alrededor del 71% de la producción mundial mina de platino proviene de Sudáfrica,

específicamente del Complejo Bushveld. En el caso del reciclaje de chatarra en 2017, del total de 4.374 koz de platino reciclado, la mayor cantidad provino de la industria química, la cual aportó con un 35% del total. Le siguieron los catalizadores (29,2%), vidrio (28,5%), Petróleo (5,7%) y eléctrico (1,6%). La refinación del concentrado de MGP es un proceso complejo y delicado. Como consecuencia gran parte de las compañías productoras cuenta con un proceso vertical integrado, haciéndose cargo del procesamiento completo del metal. Las explotaciones de materiales y minerales de diferentes tipos y orígenes que se realizan en Colombia, por lo general, son de muy bajo grado de tecnificación, en su mayoría la efectúan pequeños mineros caracterizados por bajos volúmenes de extracción.

Esmeraldas: La esmeralda es un producto intermedio que una vez extraído, ya sea directamente de la roca o recogido en el cauce de los ríos, es seleccionado por rangos de calidad. Algunas piedras especiales, que destacan por su belleza mineral o rareza, son vendidas en su roca matriz o como piezas de colección. La mayor parte de las esmeraldas que se comercian en el mundo son vendidas en su estado natural, en bruto, y llevadas a centros de talla principalmente en India, Tailandia y China. Usualmente estas primeras ventas se hacen en subastas semi-públicas para las que se requiere de invitación, o subastas privadas. Las piedras pasan después a un proceso de transformación en el que primero se analiza la piedra teniendo en cuenta su forma, distribución de color, inclusiones y defectos estructurales, y se determina qué forma va tener. Luego la piedra es sometida a un proceso en el que, a través de la fricción entre la gema y un disco con algún tipo de abrasivo, se le va dando un esbozo de la forma que tendrá al finalizar el proceso. La esmeralda también puede ser cortada en dos o más partes antes de dar inicio al proceso de preformado. Una vez se tiene la piedra preformada, se le hacen facetas y se les pule de tal forma de reflejen la luz lo más nítidamente posible. Culminado el proceso de talla, en más del 90% de los casos las piedras son sometidas a procesos de embellecimiento. En este proceso, la piedra se sumerge en algún tipo de sustancia para rellenar espacios vacíos con el fin de permitir el paso homogéneo de la luz a través de la piedra. Este último factor mejora la claridad de la piedra, pero incide negativamente en el precio. Con respecto a la cadena de valor, la esmeralda no tiene, por ahora, uso diferente al de la joyería. A pesar de que se puede comercializar en su estado natural, esto representa una muy pequeña parte del mercado circunscrita casi exclusivamente a coleccionistas. La tecnología desarrollada alrededor de la cadena de valor está más orientada a la etapa de extracción de la esmeralda, mientras que los demás procesos son típicamente desarrollados de manera artesanales por personal con baja cualificación académica en la mayor parte de los casos, pero con muchos años de experiencia en dicho arte.

Manganeso: La extracción de minerales de manganeso se realiza generalmente en operaciones de tajo abierto, aunque también existen minas subterráneas. Algunos minerales se procesan mediante lavado, y aquellos de menor tamaño se aglomeran mediante sinterización. Al principio del proceso de extracción, diversas capas de material como el hierro y la dolomita son extraídas hasta alcanzar la capa de manganeso. Una vez expuesto, el mineral de manganeso es perforado, tronado y cargado en camiones para ser transportado a la trituración primaria. Posteriormente, el material triturado es seleccionado a través de un harnero vibratorio, luego de lo cual se obtienen productos como el fino y lump de manganeso. Una vez obtenido el mineral de manganeso en forma de fino o *lump*, el manganeso puro es producido por procesos hidrometalúrgicos y electrolíticos, mientras que el ferromanganeso y el sílicomanganeso son producidos mediante la fundición de minerales en un alto horno o, más comúnmente, en un horno eléctrico. Con respecto a la cadena de valor la mayoría del manganeso se consume como ferromanganeso de alto contenido de carbono como aditivo en el

proceso de elaboración de acero. En los aceros de bajo contenido de carbono, se emplean las ferroaleaciones de carbono medio y bajo e incluso manganeso electrolítico. Como desulfurante, el manganeso forma partículas de sulfuro estables y de alto punto de fusión, eliminando así el azufre de los límites de grano cristalino del metal, donde puede causar "falta de calor" (la incapacidad de resistir el trabajo en caliente). Como desoxidante, el sílicomanganeso es más efectivo que el silicio o el manganeso solos, ya que la reacción simultánea de los dos elementos con oxígeno produce un silicato manganeso, que es de bajo punto de fusión y se separa fácilmente del acero. Lo más importante, como agente de aleación, el manganeso mejora la resistencia, la dureza, la capacidad de endurecimiento y la resistencia a la abrasión. Por ejemplo, el acero Hadfield, que contiene entre un 10 y un 14% de manganeso, es un acero resistente al desgaste que se destaca por su capacidad para ser endurecido por forjado. En los aceros de baja aleación, las adiciones de hasta 1,2 % de manganeso, en combinación con otros elementos, aumentan el rendimiento y la resistencia a la tracción. Las explotaciones de manganeso en el país se realizan a cielo abierto, aprovechando la pendiente el depósito se divide en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (bancos) simultáneamente de esta manera la cantera va adquiriendo una forma escalonada, la explotación se realiza de manera mecanizada (retroexcavadoras, buldócer, cargadores)

Hierro: Los distintos productos de mineral de hierro pueden ser producidos de distintas maneras, dependiendo de la calidad del recurso mineral que se explote. En el caso de que se cuente con mineral de alta ley (en general por sobre un 55% Fe), éste no requiere procesamiento y puede ser triturado y comercializado directamente. Una vez triturado el mineral, aquella parte con mayor granulometría será catalogada como *lumps* y el resto como fino. El fino, para poder ser cargado en el horno, debe ser aglomerado generalmente en una planta sintetizadora (*sinter plant*). Estas plantas sintetizadoras generan un producto difícil de transportar por lo que generalmente no se encuentran integradas en el proceso de la mina, sino que se instalan junto a los hornos siderúrgicos. En caso de que se cuente con un mineral de baja ley, éste debe ser concentrado, lo que requiere que el material sea muy fino. El mineral de baja ley pasa por el proceso de chancado y ocasionalmente molienda, y luego por un proceso de concentración – generalmente gravitacional o magnética - del cual se obtiene el *pellet feed*. El *pellet feed* tiene una granulometría menor que el fino, por lo que no puede ser aglomerado en una planta sintetizadora y es sometido a un proceso distinto (*pellet plant*). En general la planta de *pellet* se encuentra integrada en la mina o en el terminal de exportación, ya que el *pellet* obtenida es ideal para transporte. Una vez que los productos de mineral de hierro se encuentran listos para comenzar a ser procesados (es decir, una vez que han pasado por la planta de *pellet* en el caso del *pellet feed* y por la *Sinter Plant* en el caso del fino), hay dos líneas básicas que pueden seguir dependiendo de sus características: • Alto Horno y Horno de Oxígeno Básico (BOF) • Horno de Reducción Directa y Horno de Arco Eléctrico (EAF). A grandes rasgos, el mineral de hierro puede ingresar a dos tipos de horno: el Alto Horno y el Horno de Reducción Directa, los que producen arrabio y DRI/HBI respectivamente. Ambos hornos aceptan también el ingreso de chatarra como carga, es decir, productos de acero que han cumplido con su vida útil y serán reciclados. El producto que generan es acero crudo, un producto no comercializable a partir del cual se obtienen productos semi-terminados que deben ser laminados o forjados para fabricar productos finales como láminas, planchas y barras de acero. Debido a la gran cantidad de productos transables, semi-terminados y terminados, en conjunto con los muchos procesos y combinaciones de procesos posibles, hacen que sea extremadamente difícil rastrear el valor agregado de cada producto. Sin embargo, en general se puede decir que los márgenes del negocio no son amplios y que los beneficios se obtienen principalmente logrando economías de

escala para reducir costos. De esta manera, el enfoque en general de la industria se encuentra en el volumen vendido más que en el valor agregado del producto en sí. Sin embargo, existen ciertos productos de nicho (ejemplo, aceros de alta aleación) donde los márgenes son mayores y son capturados mayormente por las siderúrgicas. En Colombia La explotación de las minas se realiza a cielo abierto, aprovechando la pendiente el depósito se divide en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (bancos) simultáneamente de esta manera la cantera va adquiriendo una forma escalonada, la explotación se realiza de manera mecanizada (retroexcavadoras, buldócer, cargadores).

Calizas: La explotación de la minas de Caliza se realiza a cielo abierto, aprovechando la pendiente el depósito se divide en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (bancos) simultáneamente de esta manera la cantera va adquiriendo una forma escalonada, la explotación se realiza de manera mecanizada (retroexcavadoras, buldócer, cargadores...) debido a que los mantos en la mayoría de los casos afloran o la cubierta vegetal es delgada, generalmente son mantos cuyo espesor varía de unos cuantos centímetros hasta varios metros obteniendo canteras de grandes proporciones.

Yeso: La explotación de la minas de yeso de los cuatro títulos visitados tres fueron subterráneas y uno a cielo abierto, esta se realiza aprovechando la pendiente el depósito se divide en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (bancos) simultáneamente de esta manera la cantera va adquiriendo una forma escalonada, la explotación se realiza de manera mecanizada (retroexcavadoras, buldócer, cargadores...) en la explotaciones subterráneas el método de explotación predominante es de el de cámaras y pilares.

Recebo: La explotación de la minas de recebo se realiza a cielo abierto, aprovechando la pendiente el depósito se divide en capas horizontales, con la finalidad de explotar varias capas (bancos) simultáneamente de esta manera la cantera va adquiriendo una forma escalonada, la explotación se realiza de manera mecanizada (retroexcavadoras, buldócer, cargadores...) debido a que los mantos en la mayoría de los casos afloran o la cubierta vegetal es delgada, generalmente son mantos cuyo espesor varía de unos cuantos centímetros hasta varios metros obteniendo canteras de grandes proporciones.

1.3 PERSPECTIVA DE LA MINERÍA EN EL PAÍS

Entidad: Ministerio de Minas y Energía, Agencia Nacional de Minería, y UPME

Diferentes circunstancias nacionales e internacionales influirán sobre el desarrollo minero del país. Los avances regulatorios, las mejoras en los procesos de fiscalización y mejores sistemas de información, además de las consideraciones ambientales en el proceso de planeación del sector, así como una estrategia en marcha en el relacionamiento con los territorios serán pasos que ayudarán a transformar algunas de las situaciones que vive el sector actualmente. Pero también las circunstancias internacionales, marcadas fundamentalmente por los compromisos en materia de cambio climático, afectarán de manera decidida la exportación de carbón, principal mineral producido en Colombia, y del cual el país es altamente dependiente en cuanto a recursos fiscales para el financiamiento del país. En lo que sigue se presenta información de distinta naturaleza respecto a tales circunstancias.

1.3.1 Contexto Nacional, Regional e Internacional

1.3.1.1 Contexto nacional

Aportes del sector en la economía nacional:

El sector minero en Colombia ha crecido de manera significativa durante los últimos años. El consumo mundial de minerales, además de estar asociado a los ciclos económicos, tiene relación directa con el crecimiento poblacional, principalmente de los países desarrollados y algunos en vía de desarrollo, y el de las economías emergentes. Respondiendo a esta dinámica, el PIB minero de Colombia se duplicó en 15 años. Pasó de 5,17 billones de pesos en 2000 a 14,57 billones en 2015 y 16,32 billones en 2016, con un leve descenso en 2018 llegando a 14.146 billones.

Lo anterior es positivo para esta industria, pese a la inseguridad jurídica y la percepción negativa generalizada. Dicho crecimiento se fundamenta en la capacidad de resiliencia de la industria (Asociación Colombiana de Minería, 2017). En los años 2003, 2004 y 2009 la Inversión Extranjera Directa (IED) en minería fue superior al 36% del total de estos años. Sin embargo, a partir de 2010 esta dinámica del sector minero se ha reducido en forma significativa, llegando a 5,44% del total de la IED país en 2015 y siendo negativa para el año 2016, presentándose una desinversión, explicado en parte por la inseguridad jurídica en la industria. Igualmente, las exportaciones de minerales llegaron a representar el 24,8% de las totales del país en 2009, mientras en 2015 este indicador se ubicó en 18%; sin embargo, en 2017 y 2018 este indicador repuntó, colocándose en 25,9% y 23,2% del total país.

Proyecciones y política del país respecto a la actividad minera:

La apuesta del principal gremio minero (ACM) es que el sector crezca al menos al 5% a 2017, jalonando el empleo y los encadenamientos, llegando a ser un motor de la economía nacional, en un ambiente donde los mercados tienen gran preocupación por la atracción de inversión. Las casas matrices tienen previstas inversiones por 7500 millones US\$ en los próximos 5 años; dicha inversión está sujeta a que se mejoren las condiciones de inversión (ACM, 2017).

El carbón, el oro, el hierro y los materiales para la construcción son algunos de los minerales que registraron un incremento de producción, durante el primer trimestre del año, según datos de la Agencia Nacional de Minería (ANM). A su vez, se presentó un aumento en las regalías por explotación de estos, las cuales crecieron 14%.

El carbón aumentó su producción en 6.5%, al pasar de 19.6 millones de toneladas en el primer trimestre de 2018 a 20.9 millones de toneladas en el mismo periodo de 2019. Entre tanto, la producción de oro llegó a 8.9 toneladas en el primer trimestre, con un incremento del 20%, debido, principalmente, al buen momento de precios para este mineral. En los primeros meses del año, el valor por onza alcanzó los 1.340 dólares.

La producción de hierro pasó de 147 mil a 181 mil toneladas, lo que significó un aumento del 18.6%. Los materiales para construcción tuvieron una leve recuperación cercana al 4%, llegando a los 900 mil m³. Por su parte, el níquel pasó de 23.4 a 20.6 millones de libras, un 14% menos de lo reportado en el primer trimestre del año anterior, debido a una reducción de reservas.

El mineral que más aumentó su participación en regalías fue el oro que pasó de \$22.6 mil millones a 33.9 mil millones de pesos, un 50% más que el año anterior. Por su parte, la producción de níquel

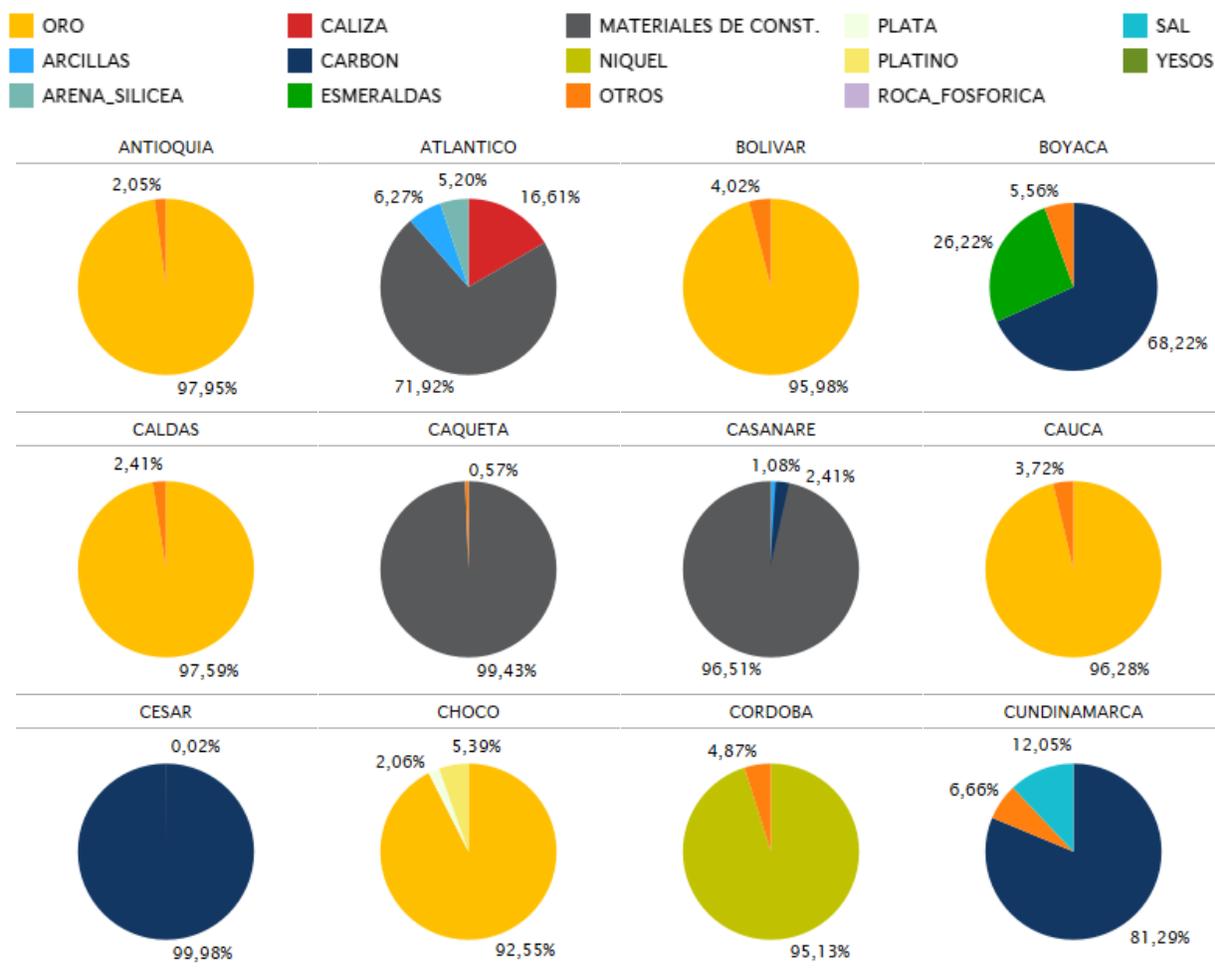
le dejó al país un recaudo de \$36 mil millones de pesos en regalías, un 31% más que en el mismo periodo del año anterior, según la ANM.

1.3.1.2 Contexto regional

1.3.1.2.1 Dinámica de sector minero en el contexto regional, municipios mineros y proyecciones de la actividad.

Según información de la Agencia Nacional de Minería ANM, con corte abril de 2019 Colombia tiene 7.677 títulos mineros, de los cuales 1.197 son de Carbón (15,6%), 25 de cobre (0,3%), esmeraldas 3.427 (44,6%), níquel 13 (0,2%), oro y metales preciosos 1.641 (21,14%) y otros minerales 1374 (17,9%).

Históricamente el carbón ha sido el mineral que más ha aportado en el recaudo de regalías, 84% en los últimos años. Le siguen en su orden el oro (9%), níquel (6%) y otros (1%). A continuación, se presentan los minerales más importantes para cada departamento productor en función del recaudo de regalías.



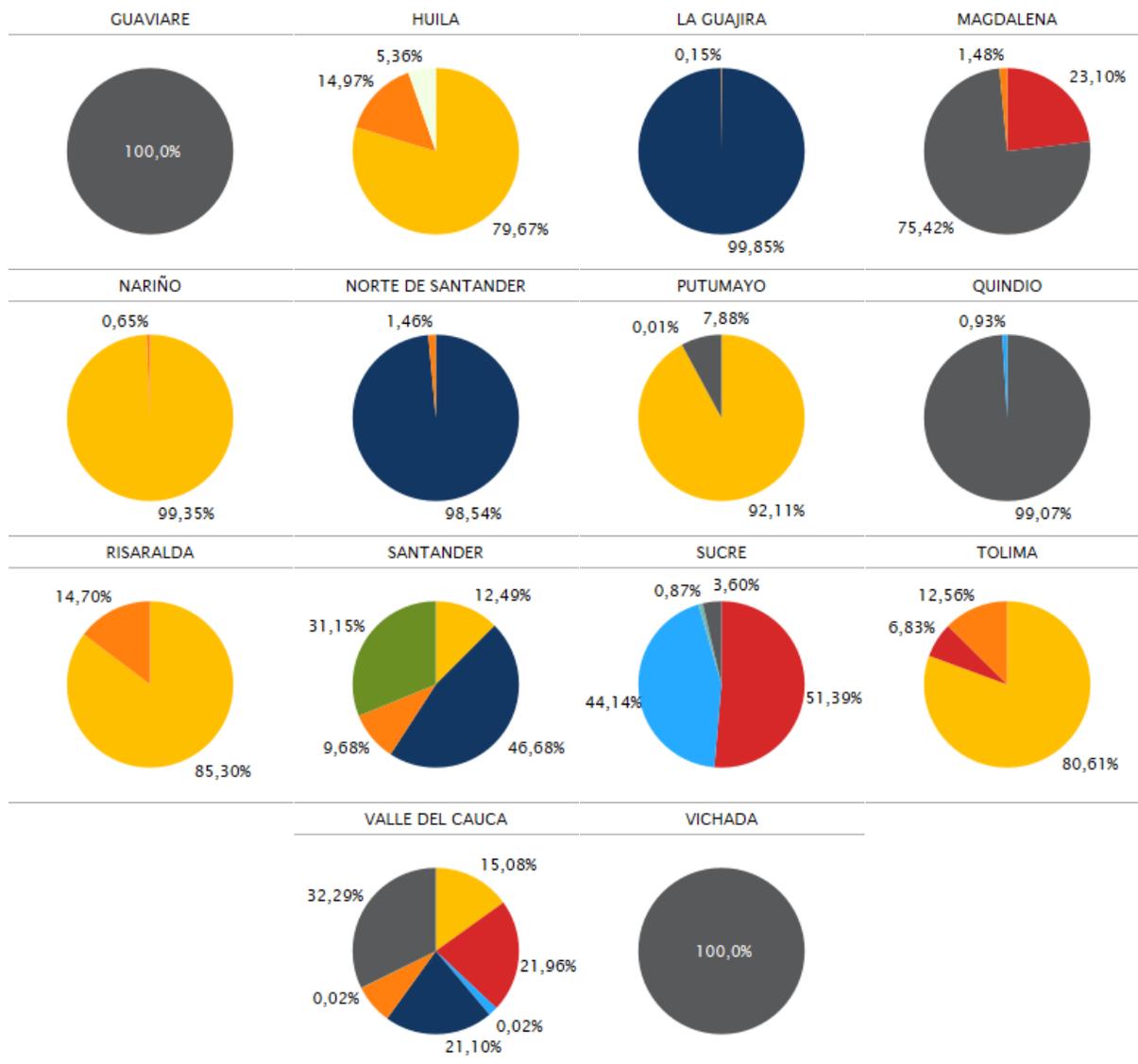


Figura 5. Importancia de los minerales por departamento de acuerdo al recaudo de regalías. Fuente: ANM. Datos de 2017.

1.3.1.2.2 Proyecciones de la actividad

La demanda de materiales de construcción crecerá, impulsada por la dinámica de los centros urbanos. Se espera que el comportamiento de su demanda tenga la siguiente forma:

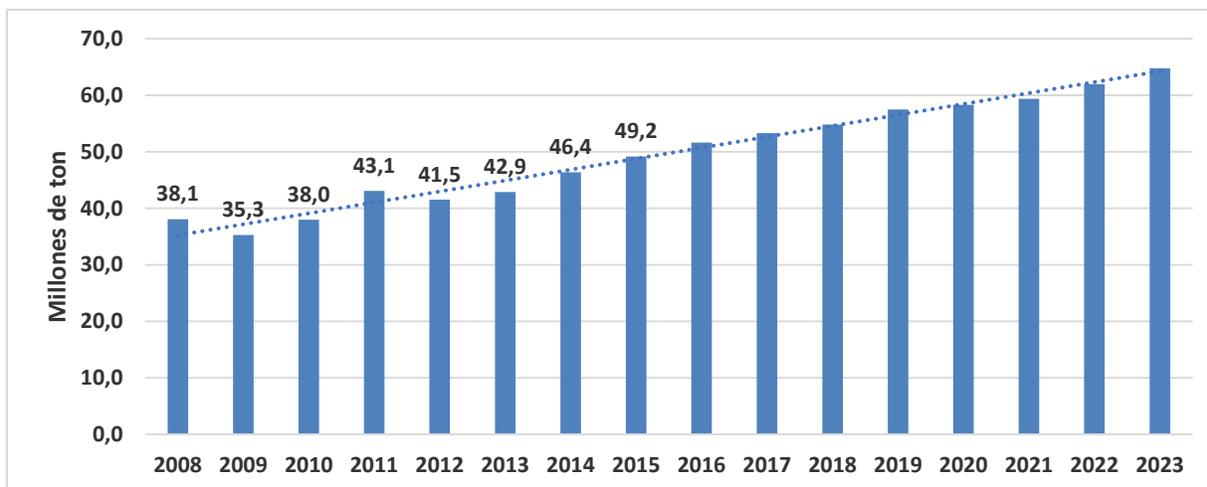


Figura 6. Estudio de Oferta y Demanda de materiales de construcción y arcilla para las ciudades de Ibagué, Pasto, Tunja, Neiva, Popayán, Riohacha, Quibdó, Florencia, Cúcuta, Cali, Villavicencio, Cartagena, Sincelejo, Yopal, Valledupar, Montería, Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Santa Marta, Pereira, Manizales y Armenia. Fuente: UPME y Consorcio Proyección IB2 (2013, 2014 y 2015).

Para carbón las proyecciones se muestran en el siguiente gráfico:

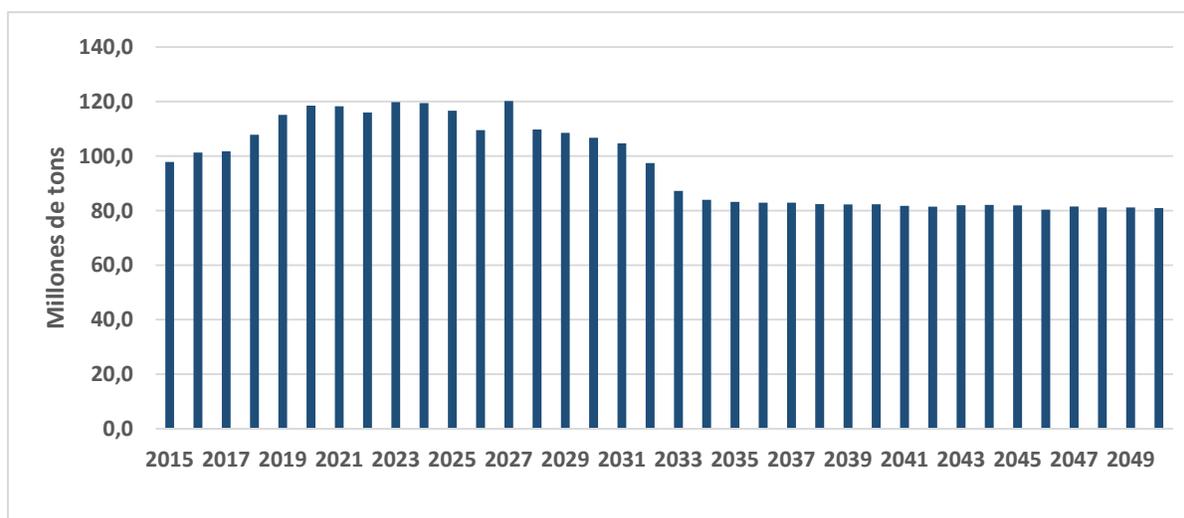


Figura 7. Proyecciones de la ANM con base en Plan de Trabajos y Obras de los proyectos mineros.

Respecto a oro, existen grandes proyectos en exploración que sumarían 58 millones de onzas (excluyendo la Colosa).

1.3.1.3 Contexto internacional

1.3.1.3.1 Aportes del sector en la economía global y proyecciones

De acuerdo a la Resolución 180102 del 30 de enero de 2012 se catalogaron como de interés estratégico para el país los siguientes 11 minerales: oro, platino, cobre, minerales de fosfatos,

minerales de potasio, minerales de magnesio, carbón metalúrgico y térmico, uranio, hierro y coltan. A continuación, se presenta el análisis con base al trabajo realizado por la UPME - CRU (2018), sobre el estado actual y posibles proyecciones de los mercados internacionales de minerales estratégicos para Colombia:

Oro: Se estima que la demanda por oro en el largo plazo mostrará una modesta alza impulsada por la demanda proveniente de joyería y usos industriales. A largo plazo, esperamos un crecimiento modesto pero positivo de la demanda de oro, impulsada sobre todo por China y la India y el aumento de la riqueza en estos países que se invierte en joyas, monedas y medallas de oro. Esperamos que la oferta total de oro en el mundo continúe descendiendo para el resto del período de nuestra perspectiva a mediano y largo plazo hasta el año 2035. Con respecto a la oferta del oro en el largo plazo, ésta continuará definiéndose en su mayor parte por la producción proveniente de mina. No obstante, en los próximos años se espera que la oferta de oro proveniente de fuentes primarias siga una tendencia decreciente, principalmente por la disminución del precio del metal desde 2025 y el aumento de costos – lo que desincentiva la operación de minas más pequeñas y más costosas dado que su producción ya no será económicamente rentable. El precio del oro tiene un comportamiento especial, generalmente alejado de los fundamentos de oferta y demanda y más vinculado con expectativas de inversionistas. Se estima que debería permanecer en el rango entre US\$1.200 y US\$1.300 /oz. Con una tendencia creciente hacia 2025 y luego con una tendencia decreciente en línea con el costo marginal de producción de largo plazo.

Platino: La demanda global de platino alcanzará las 13.356 koz en 2035 (+33% vs 2017), impulsada por crecimientos en todos sus segmentos consumidores. Las economías desarrolladas disminuirán su peso en la demanda global hasta alcanzar un 46% en 2035 (vs. 56% en 2017). Dos de los principales sectores consumidores, el automotriz y la joyería, verán crecimientos modestos comparados con el resto, afectados por un creciente lobby anti-diésel, sumado a la sensibilidad al precio pronosticado al alza por parte de la industria de la joyería. China y el resto del mundo (incluyendo regiones como India, América Latina y el Sudeste Asiático) verán tasas de crecimiento anual en su demanda de 2,3% y 2,9% respectivamente, mayores al promedio mundial de 1,7%. La producción mina de platino se verá afectada a la baja hasta 2019, influenciada por las malas condiciones de mercado de la década anterior, caracterizada por bajos precios e interrupciones en el suministro sudafricano. A partir de 2020, se espera una reactivación de la producción, aumentando constantemente hasta alcanzar un máximo de 7.425 koz en 2035. Los tres principales productores de platino mina, Sudáfrica, Zimbabue y Rusia mantendrán su posición monopólica en el mercado de un 91% de la oferta global a 2035. A partir de mediados de la década de 2020 se verá un incremento mayor de la demanda comparado con la oferta, lo cual sumado al limitado margen de respuesta de la producción mina, tendrá un efecto alcista en los precios del platino. Se pronostica que el precio del platino alcanzará los 1.276\$/oz en 2030 (+35% vs 2017), periodo a partir del cual se estabilizará hasta 2035.

Cobre: Se estima que la demanda del cobre en el largo plazo será impulsada principalmente por industrialización de países en vía de desarrollo, aumento de producción de vehículos eléctricos y mayor presencia de energías renovables en la matriz energética mundial. China es y seguirá siendo el principal consumidor de cobre a nivel mundial. Sin embargo, su demanda en el sector de la construcción y electrificación verán una disminución importante, la cual sería hasta cierto punto compensada por una mayor demanda de cobre para la producción de vehículos eléctricos. Se espera que la producción de cobre mina alcance su nivel máximo en 2026, con un total de 22,6 millones

de toneladas de cobre contenido, para luego disminuir hasta los 17,4 millones de toneladas en 2035. Dentro de los principales proyectos que se esperan en el mediano plazo se encuentra Cobre Panamá (Panamá, 2019), Qulong (China, 2019) y Kamoá Fase 1 (República Democrática del Congo, 2021). La entrada de grandes proyectos ayudará a reemplazar el tonelaje proveniente de operaciones cuyos recursos se están agotando, pero no será suficiente para aumentar la oferta en el largo plazo. En el largo plazo se espera un déficit en el balance de mercado del cobre, por lo que se espera que los precios reales del cobre aumenten con el fin de incentivar nuevas inversiones. El actual cuello de botella de la industria es la capacidad mina. Para 2029 se espera que el precio del cobre alcance los US\$ 7.496 /t, precio más que suficiente para incentivar la inversión.

Fosfatos: (Roca fosfórica) Los sólidos fundamentos de la demanda de la industria de fertilizantes acelerarán el crecimiento del mercado de roca fosfórica. El mercado total crecerá de 207 Mt en 2018 a 263 Mt en 2035. La demanda de fertilizantes se verá impulsada por la necesidad de alimentar a una población mundial en crecimiento y por las limitaciones de la expansión de las tierras cultivables, lo que exigirá mayores tasas de aplicación de fertilizantes. Marruecos impulsará el crecimiento de la demanda mundial, consumiendo 46 Mt en 2035 (5% de Tasa de Crecimiento Anual Compuesto, TCAC). Rusia aumentará la demanda en 5 Mt durante 2018-2035, con un total de 16 Mt en 2035 (2,2% TCAC). La oferta podrá satisfacer la demanda y crecerá de 210 a 263 Mt entre 2018 y 2035. En China, la producción disminuirá a una TCAC del 0,6% debido a la caída de la demanda interna y a los consiguientes cierres. Los altos costos de producción y el endurecimiento de las restricciones medioambientales en la industria china significan que China será reemplazada por Marruecos y Arabia Saudita como motores clave del crecimiento de la oferta. La producción mundial de Marruecos aumentará a 54 Mt en 2035 (3,3% TCAC), a medida que entre en funcionamiento la capacidad adicional planeada. Los proyectos rusos que se pondrán en marcha a mediano plazo también impulsarán la producción, ya que producirán 8 Mt más que en 2018, lo que significará un total de 21 Mt en 2035. Los precios de fertilizantes aguas abajo están fuertemente correlacionados con los precios de la roca (correlación ~0,96). Específicamente, los precios del DAP impulsan los precios de la roca fosfórica. En línea con el DAP, el precio de la roca fosfórica tocará fondo en 2018. Se prevé que los precios FOB en Marruecos 68- 72% del BPL aumenten de US\$ 85,8/t en 2018 a US\$ 100,0 en 2022, (real 2017). Un aumento de la demanda de ácido fosfórico entre 2018 y 2022 apoya una perspectiva positiva para el precio de la roca. Para el año 2035, esperamos que los precios se recuperen de los bajos niveles actuales y aumenten de US\$ 89,4 /t en 2017 a US\$ 128,6 /t en 2035 (real 2017).

Potasio: El mercado total crecerá de 66,8 Mt en 2018 a 96,3 Mt en 2035. Esto representa un crecimiento de la TCAC del 2,2%. La demanda de fertilizantes se verá impulsada por la necesidad de alimentar a una población mundial en crecimiento y por las limitaciones de la expansión de las tierras cultivables, lo que exigirá mayores tasas de aplicación de potasio para aumentar el rendimiento de los cultivos. China, Brasil y los EEUU serán los mercados más importantes y en los tres existirá un aumento hacia 2035. India será el mercado de más rápido crecimiento, aumentando la demanda a una TCAC del 3,8%, de 4,6 Mt en 2018 a 8,7 Mt en 2035. El suministro crecerá de 66.8 Mt en 2018 a 93,7 Mt en 2035. Los proyectos *greenfield* se convertirán en el motor del crecimiento de la capacidad, especialmente en Canadá y Rusia. Ambos países, junto con Bielorrusia, seguirán siendo los mayores productores del mundo y representarán el 70% de la producción mundial en 2035. La producción mundial canadiense aumentará a 27,9 Mt en 2035 (TCAC de 1,6%), a medida que la capacidad adicional de la mina Jansen de BHP entre en funcionamiento. Los proyectos rusos que se pondrán en marcha también impulsarán la producción,

ya que producirán 10,9 Mt más en comparación con 2018, lo que significará un total de 23 Mt en 2035. Los precios de los productos agrícolas están fuertemente correlacionados con los precios del cloruro de potasio a corto plazo. Esto determina la asequibilidad de los agricultores y, por lo tanto, la capacidad de compra de potasa. En línea con el precio de los cultivos, el precio del potasio tocará fondo en 2021 y se recuperará a partir de entonces. Las tasas de utilización alcanzarán un promedio del 70% en 2022, pero a medida que el mercado alcance un equilibrio en 2023, las tasas de utilización comenzarán a aumentar hasta el 80% en 2035, ejerciendo una presión al alza sobre el precio. En general, se proyecta que los precios FOB Vancouver aumenten de USD 255/t en 2018 a USD 337/t en 2035 (2017 real).

Magnesio: Se espera que la demanda mundial crezca hasta los 13,2 millones de toneladas en 2035, frente a los 11,4 millones de toneladas en 2017. Principales impulsores de este crecimiento: China es el mayor mercado de magnesio y esto no cambiará a largo plazo, pero se espera que la demanda disminuya a medida que el sector construcción disminuya en China. El crecimiento de la magnesia calcinada cáustica (CCM), impulsado por la alimentación animal y otras aplicaciones industriales, será mayor que el de la magnesia quemada (DBM) aunque esta última seguirá siendo el producto más consumido. La fuente de crecimiento más fuerte vendrá de la India, ya que la urbanización impulsada por la demanda de acero. A largo plazo, la demanda de DBM (MQ) y EFM disminuirá a medida que disminuya la intensidad del uso de refractarios. Se espera que la producción mundial aumente de 9,7 Mt en 2017 a 13,3 Mt al 2035. China es, por lejos el mayor productor de magnesio y esto no variará durante el período proyectado. Tras la repentina caída en 2017, se espera que la oferta china vuelva en 2021 a los niveles anteriores. Se espera que el crecimiento a largo plazo sea bajo, con una tasa de crecimiento del TCAC del 0,56%. Es probable que el aumento de capacidad en el futuro se dirija al mercado del CCM debido a los crecientes usos finales. Se espera una mayor consolidación de la producción china. El mercado global volverá a registrar un superávit dentro de tres años. La prohibición de la minería de magnesita en China se levantará a finales de 2019 La eliminación de las cuotas de exportación permitirá una mayor oferta china en el mercado internacional Se espera que los precios suban ligeramente en 2019, ya que los productores que estuvieron a la espera para actuar ya no pueden hacerlo más. Entonces volverán rápidamente a los niveles normales a medida que el suministro chino regrese. El precio subirá lentamente a largo plazo junto con el aumento de los salarios y el costo de la energía hasta alcanzar el rango de 280-300 dólares por tonelada.

Carbón Térmico: El carbón enfrenta el mayor riesgo estructural a su proyección de demanda futura, amenazado por sustitutos como el gas natural y la generación eléctrica en base a fuentes renovables. China verá una reducción anual de 1,0% en su demanda a 2035, en línea con políticas ambientales más estrictas y una mayor diversificación de su mix de generación eléctrica. India, será el único entre los principales consumidores a nivel global que verá un incremento en su demanda. EEUU verá una leve disminución en su demanda a 2035, en línea con fundamentos económicos más fuertes de sustitutos como el gas natural y las energías renovables. Los principales productores de carbón térmico se mantendrán en dicha posición a 2035, con China, EEUU, India, Indonesia y Australia incluso aumentando su parte del mercado de 79% en 2017 a 80% en 2035. Se pronostica que el descenso en la oferta tenderá a ser más importante que el de la demanda, por lo que se espera un mercado con un superávit promedio de 46 millones de toneladas durante el periodo 2018-2035, lo cual básicamente corresponde a un mercado balanceado o en equilibrio ya que el volumen es menor al 1% de la demanda anual. El alza experimentada por el precio en 2018 se debió a temas de cuellos de botella operacionales en que la oferta no pudo mantener el ritmo de

la demanda. Sin embargo, esperamos que estos problemas operativos se solucionen a partir de 2019, lo que influenciaría el precio a la baja. Luego, el precio se debería estabilizar en torno a los \$90/ton (real 2017).

Carbón Metalúrgico: La producción global de acero BOF, principal determinante de la demanda de carbón metalúrgico aumentará a un ritmo anual de solo 0,6% hasta 2035 (vs. 5,8%, en 2005-2014). A nivel global, el consumo de carbón metalúrgico caerá 85 Mt (-0.5% anual) en el período 2018-2035, arrastrado principalmente por la disminución en la demanda China. India tendrá el mayor crecimiento de consumo a nivel mundial, llegando a 203 Mt en 2035 (+137 Mt vs. 2017) impulsado por el desarrollo de proyectos de infraestructura, los cuales serán abastecidos en su mayoría por una mayor producción de acero doméstica. China, disminuirá su consumo en 295 Mt a 2035 (-2,7% anual), a raíz de restricciones medioambientales y un paulatino incremento de la proporción de acero producido vía EAF. La producción global alcanzará su máximo en 2023, con un volumen de 1.140 Mt. De ahí en adelante, se espera una baja progresiva producto del cierre de numerosas minas en Australia, Rusia, EEUU y Canadá. Existen suficientes proyectos catalogados como probables y posibles con capacidad de agregar 130 Mt de suministro al año 2028. China, responsable de un 61% de la producción global en 2017, tendrá un descenso de 24% en su producción a 2035 (163 Mt menos que en 2017) influenciado principalmente por una reestructuración profunda de su industria minera, apuntando hacia una producción más eficiente y rentable.

Uranio: Se espera que la demanda de uranio crezca a una TCAC de 2,2% en el período 2018-2035. La demanda en los países desarrollados se encuentra estancada y necesita inversiones sustanciales para reemplazar el parque de reactores nucleares, que está envejeciendo. La generación de energía nuclear se enfrenta a la competencia proveniente de fuentes renovables que se están volviendo más económicas y a preocupaciones frente a la seguridad pública en el contexto del desastre de Fukushima en 2011. China está construyendo plantas nucleares activamente. Se estima que superará a Francia en 2018 y a los Estados Unidos en 2026 en términos de demanda de uranio para las centrales nucleares. La gran mayoría del suministro de uranio se concentra en sólo 5 países que no cuentan con un parque importante de reactores nucleares. Kazajstán detuvo el agresivo aumento de producción de uranio. El objetivo principal ahora es preservar la participación de mercado actual y reponer las minas de uranio existentes. Se espera que la oferta australiana crezca en tan solo una mina, donde el uranio es un subproducto de la mina de cobre. Canadá posee las minas de uranio con mayor ley. Sin otros descubrimientos importantes, no se puede añadir mayor oferta de uranio al mercado desde este país. El mercado del uranio se encuentra actualmente en un entorno de exceso de oferta, en el que se estima que los recortes de producción equilibrarán el mercado a corto y mediano plazo. Los precios del uranio seguirán de cerca el costo de producción de uranio en las minas y convergerán en el percentil 95 de los productores a mediano plazo. Se espera que el déficit en el mercado aparezca alrededor de 2028, donde los precios tendrán que incentivar la inversión adicional en nuevas minas. Estimamos que el precio aumentará de USD 34/lb U3O8 en 2027 a USD 47/lb U3O8 en 2030. A medida que las nuevas minas comiencen a producir, los precios del uranio se estabilizarán en el rango de USD 45-USD 50/lb de U3O8.

Hierro: La demanda global de mineral de hierro alcanzará 2.042 Mt en 2035 (-18 Mt vs 2017), arrastrada a la baja por una importante disminución en China. La demanda de mineral de hierro en China tendrá una importante baja de 443 Mt a 2035, pasando de representar un 60% de la demanda

total en 2017 a un 39% en 2035. India verá el mayor crecimiento en su demanda, pasando de 119 Mt en 2017 a 446 Mt en 2035. Este aumento será impulsado por un fuerte crecimiento de la industria acerera doméstica. Se espera una creciente preponderancia de productos de mayor calidad (>65% Fe, pellets) debido la búsqueda de mayor productividad de alto horno por parte de las siderúrgicas. La oferta de mineral de hierro alcanzará su máximo en 2025, con 2.240 Mt. Posterior a esta fecha, se espera un progresivo descenso hasta alcanzar 1.991 Mt en 2035 (-226 Mt vs 2017). Las operaciones existentes y el pipeline de proyectos permiten proyectar un mercado sin problemas de oferta hasta finales de la década próxima. Ninguno de los principales productores verá un aumento en su producción a 2035, lo que se reflejará en un descenso anual de un 0,5% en la producción global. Se espera un mercado en superávit por, al menos, 10 años más producto de una oferta robusta combinada con una demanda en lento declive. CRU pronostica que el precio estimado a largo plazo del *benchmark* Fe 62% CFR China tendrá un valor de \$65/t, en línea con el costo marginal de largo plazo de la industria. Los índices 65% y 58% Fe, tendrán precios de \$77/t y \$55/t respectivamente.

Coltan: El uso principal del niobio es en la producción de ferroniobio (FeNb), que es un ingrediente esencial de los aceros HSLA o aceros de alta resistencia y bajas aleaciones. Más del 90% del niobio consumido se consume en forma de ferroniobio. Las principales regiones de consumo de ferroniobio son las regiones siderúrgicas establecidas como América del Norte y china. El pronóstico de demandad del Nb está basado en pronósticos de largo plazo de producción de acero. La intensidad del uso de ferroniobio varía de acuerdo con los países, con un aumento gradual en la intensidad de uso a nivel mundial. La cadena de producción desde el mineral hasta el producto refinado o producto especializado está casi completamente integrada y dominada: CBMM, en Brasil. Este productor maneja el mercado, manteniendo la producción necesaria para que los precios sean estables. Proyectando las expansiones planificadas de esta empresa y otros pocos actores involucrados en el mercado, se espera que la producción de niobio rodee las 100.000 toneladas en 2035. Históricamente, el precio del ferroniobio se ha mantenido estable a través del control de ventas por contrato por el productor mayoritario, CBMM. Éste último ha mantenido el precio estable para mantener la demanda a niveles específicos, evitando las fluctuaciones en los volúmenes de venta. Hacia adelante se espera que CBMM mantenga el control sobre la oferta y el precio. Con esto en mente, esperamos que esta empresa mantenga su política actual de un precio estable con ajustes inflacionarios de alrededor de un 3% p.a.

1.3.2 Retos de la actividad minera en Colombia

Entidad: Ministerio de Minas y Energía, Agencia Nacional de Minería y UPME

En 2018 la institucionalidad minera se planteó tres grandes retos en relación con el sector: incrementar la producción de minerales, diversificar la canasta minera y mejorar sustancialmente los índices de legalidad y formalidad. Estos retos tienen un horizonte de cumplimiento en el mediano y largo plazo. Lograrlos significa trabajar de manera coordinada en distintos aspectos estructurales: seguridad jurídica, competitividad sectorial, relacionamiento con el territorio, información y desarrollo sostenible.

Estos aspectos han sido señalados como críticos para el desarrollo de una actividad minera que logre posicionarse a nivel nacional e internacional no sólo por su competitividad sino por la responsabilidad con el territorio. El incremento de la producción es un reto importante, principalmente para minerales distintos al carbón, dada la necesidad de reducir la dependencia en

ingresos fiscales de este energético, el cual verá reducir su demanda futura debido a los compromisos mundiales respecto al cambio climático. La diversificación de la canasta minera permitirá contar con un número más amplio de minerales, útiles no sólo para el consumo interno y el fortalecimiento de la industria nacional (que los puede usar como materia prima de sus procesos), sino para la exportación, en un contexto global de crecimiento de las economías de China e India principalmente. Finalmente, el incremento de la legalidad y la formalidad en el sector puede traer grandes beneficios al país, no sólo por el hecho de que el Estado puede captar montos mayores de regalías e impuestos procedentes de esta actividad sino por el hecho de que mejoraría sustancialmente su imagen y la confianza de la población hacia la minería.

Debido a que la institucionalidad minera debe estar alineada con los objetivos planteados en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022, “Pacto por Colombia, Pacto por la equidad”, es preciso enfocar los tres retos propuestos anteriormente en el marco de los dos objetivos del PND relacionados con la minería: i) consolidar el sector minero energético como dinamizador del desarrollo de territorios sostenibles y ii) promover el desarrollo y competitividad de la industria minero energética.

A su vez, los objetivos del PND se vinculan a líneas de trabajo y acciones que le corresponde emprender a la institucionalidad minera. En materia de seguridad jurídica es necesaria una modernización del marco normativo, acompañado de acciones de fortalecimiento y coordinación institucional. Se proyecta presentar al Congreso un proyecto de ley sobre coordinación y concurrencia, tema que ha sido ampliamente discutido debido a las tensiones en el territorio frente al sector. En cuanto a regalías, se avanza en un proyecto de ley que propone una distribución distinta a la actual, que permita a los municipios mineros tener una mayor proporción de las regalías recaudadas por la actividad minera. También será preciso trabajar en el fortalecimiento de la regulación con normas no mineras pero relacionadas con esta actividad.

En materia de competitividad es preciso avanzar en diversos temas. Uno de los más importantes es el de la infraestructura de transporte, vial y de logística, que afecta principalmente a la minería del carbón del interior del país. Una infraestructura moderna y medios de transporte multimodal permitirán aumentar la competitividad sectorial a través de la reducción de costos y menores impactos a nivel ambiental. La misma infraestructura vial facilitará el desempeño no sólo en la minería sino en otras actividades productivas presentes en el territorio (como la agricultura, ganadería, turismo, servicios de salud y de educación, entre otros). Por lo tanto, es un factor crítico en distintos sentidos. En el tema de infraestructura el compromiso de la institucionalidad minera es coordinarse con las entidades competentes para expresar los requerimientos del sector minero en temas de vías primarias y secundarias que permitan sacar los minerales al mercado nacional e internacional de una manera eficiente. También se incluye la infraestructura eléctrica, de equipamientos sociales, portuarios, y de telecomunicaciones.

La competitividad también debe ser enfocada hacia el desarrollo de los encadenamientos productivos de la minería, tanto hacia atrás (proveedores de la minería) como hacia adelante (empresas consumidoras de minerales). Esta es una manera de generar desarrollo en las regiones donde se hace la minería, a través de empleo directo e indirecto, y generando mayor valor agregado en actividades relacionadas con aquella. Esto es importante para las comunidades aledañas a los proyectos mineros que esperan una contribución concreta de la minería a su economía local o regional.

Igualmente es preciso fortalecer la estrategia de transparencia de información de la industria extractiva, particularmente en torno a los recursos públicos generados por esta en los grandes proyectos minero-energéticos, e incluyendo evaluaciones de cumplimiento en materia socioambiental y las evaluaciones costo beneficio de los proyectos mineros. De manera progresiva, deberá involucrarse a la mediana y pequeña minería en la implementación de las prácticas de transparencia que se requieren. Para lograr el fortalecimiento del programa de formalización y fomento minero debe pensarse en temas como el apalancamiento financiero y el acceso a capital de riesgo, lo cual se facilitaría con el *Estándar Colombiano de Recursos y Reservas Minerales*, y la *Comisión Colombiana de Recursos y Reservas* que tiene hoy Colombia debido a que esto permitiría hacer valoración de propiedades mineras que sirvan de respaldo para el financiamiento.

En materia de competitividad también será necesario avanzar en la coordinación para el desarrollo del capital humano requerido por la minería dado que existe una brecha aún entre los requerimientos de la industria y la oferta de capital humano, especialmente en los mismos municipios mineros, razón por la cual el personal más especializado debe ser llevado desde los grandes centros urbanos e incluso desde el exterior.

Nuevos enfoques y estrategias en el relacionamiento con el territorio resultan fundamentales actualmente para lograr consensos y una mejor aceptación de la minería en los lugares donde esta se desarrolla. Es un tema muy relacionado también con la seguridad jurídica mencionada anteriormente, dado que una relación armoniosa y basada en el consenso se traducirá en la práctica en una mejor disposición de las comunidades hacia la minería y una mayor confianza inversionista.

El relacionamiento es un tema que debe convocar tanto a empresas como al Estado y las mismas comunidades organizadas; para hacerlo bien se requiere reducir las asimetrías de información entre las partes interesadas y estar fundamentado en un diálogo respetuoso y constructivo a través de mecanismos de participación ciudadana y de la adopción de procedimientos de debida diligencia por parte de las empresas del sector minero-energético como la "guía para la debida diligencia en cadenas responsables del suministro de minerales" (OCDE); y la incorporación del sector en los procesos de ordenamiento territorial municipal y departamental, así como en la ordenación de cuencas hidrográficas, entre otros.

En el tema de información el sector minero ha avanzado, pero aún no es suficiente. Es uno de los aspectos críticos y requiere de un alto nivel de coordinación entre las entidades del sector y de este con otras entidades públicas. La información debe fluir de manera adecuada al sistema de la UPME; debe tener características de calidad, frecuencia y validación por la entidad creadora del dato o de la información.

Dentro del tema es estratégico el relacionado con el conocimiento geológico y minero. En el primero caben tareas de gran dimensión como la ampliación y mejoramiento del conocimiento y la información geológica, geoquímica y geofísica del subsuelo a las escalas y características adecuadas; o el fortalecimiento de la trazabilidad a través del impulso al mecanismo de huella digital de minerales²¹; también se propone evaluar la posibilidad de creación de instrumentos contractuales para promover el conocimiento geológico con participación de inversión privada; o bien avanzar en la integración al Estado de la información geológica generada por los particulares en desarrollo de la exploración.

²¹ El Servicio Geológico Colombiano constituirá un banco de información de referencia con la firma química de los minerales de los depósitos del país.

En relación con el conocimiento minero en otros temas, se espera llegar a un estado de interoperabilidad de los sistemas de información sectorial²², bajo los estándares y lineamientos que define el MinTic en la materia. También será preciso desarrollar un censo minero que actualice información detallada del sector y la construcción y adopción de una cuenta satélite de recursos naturales no renovables.

Ahora bien, el tema de la contribución de la minería al desarrollo sostenible es de gran significado pues ha sido expuesto en distintas formas por las comunidades aledañas a los proyectos y es la base de algunas de las sentencias de las altas cortes para legislar sobre la minería. Indudablemente los retos en este aspecto son grandes si se quiere lograr un cambio estructural en la imagen de la minería, especialmente de aquellos proyectos medianos y pequeños que generan una proporción importante de las externalidades negativas. Una manera de cumplir con este reto es aumentando el conocimiento y promoviendo una gestión integral de impactos (socio ambientales y económicos) en el territorio.

Resulta prioritario que los proyectos mineros de todas las escalas realicen sus procesos siguiendo los más altos estándares técnicos, ambientales y sociales, y es deber de la ANM asegurar que el seguimiento y fiscalización se desarrolle en forma óptima.

Finalmente, el sector pretende acopiar la información necesaria para proponer un nuevo listado de minerales estratégicos, que resulte coherente con las nuevas tendencias en los mercados a nivel internacional y nacional. Los compromisos en torno al cambio climático están dinamizando de modo significativo algunos minerales útiles en el desarrollo de las energías renovables y esta tendencia podría ser la base de la diversificación de la canasta minera que busca Colombia. Para lograrlo se requiere un gran esfuerzo en conocimiento geológico.

1.4 EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE MINERALES

1.4.1 Definición

Diversos conceptos se han desarrollado alrededor de la Explotación ilícita de minerales, como se describe a continuación:

Explotación ilícita o irregular (Decreto 26 de 1988): “minería ilegal es aquella que se ejecuta sin título minero y que está prohibida”.

Exploración y explotación ilícita de yacimientos mineros (Ley 685 de 2001):

“Artículo 159. Exploración y explotación ilícita. *La exploración y explotación ilícita de yacimientos mineros, constitutivo del delito contemplado en el artículo 244 del Código Penal, se configura cuando se realicen trabajos de exploración, de extracción o captación de minerales de propiedad nacional o de propiedad privada, sin el correspondiente título minero vigente o sin la autorización del titular de dicha propiedad”. Actualmente artículo 338 de la ley 599 de 2000”.*

“Artículo 306. Minería sin título. *Los alcaldes procederán a suspender, en cualquier tiempo, de oficio o por aviso o queja de cualquier persona, la explotación de minerales sin título inscrito en el Registro Minero Nacional. Esta suspensión será indefinida y no se revocará sino cuando los explotadores presenten dicho título. La omisión por el alcalde de*

²² Catastro Minero, SI minero (los dos actualmente en proceso de reforma), SIMCO, Registro Minero y RUCOM.

esta medida, después de recibido el aviso o queja, lo hará acreedor a sanción disciplinaria por falta grave”.

“Artículo 30. Procedencia Lícita. *Toda persona que a cualquier título suministre minerales explotados en el país para ser utilizados en obras, industria y servicios, deberá acreditar la procedencia lícita de dichos minerales con la identificación de la mina de donde provenga, mediante certificación de origen expedida por el beneficiario del título minero o constancia expedida por el beneficiario de título minero o constancia expedida por la alcaldía para las labores de barequeo de que trata el artículo 155 del presente código. Este requisito deberá señalarse expresamente en el contrato u orden de trabajo o de suministro que se expida al proveedor.”*

Minería Ilegal (Glosario Técnico Minero De 2003): “Es la minería desarrollada sin estar inscrita en el Registro Minero Nacional y, por lo tanto, sin título minero. Es la minería desarrollada de manera artesanal e informal, al margen de la ley. También incluye trabajos y obras de exploración sin título minero. Incluye minería amparada por un título minero, pero donde la extracción, o parte de ella, se realiza por fuera del área otorgada en la licencia”.

Minería Ilegal (Decisión Andina 774 de 2012): “Actividad minera ejercida por persona natural o jurídica, o grupo de personas, sin contar con las autorizaciones y exigencias establecidas en las normas nacionales”.

Adicionalmente, en el Código Penal establece:

“Artículo 338. Explotación ilícita de yacimiento minero y otros materiales. *El que sin permiso de autoridad competente o con incumplimiento de la normatividad existente explote, explore o extraiga yacimiento minero, o explote arena, material pétreo o de arrastre de los cauces y orillas de los ríos por medios capaces de causar graves daños a los recursos naturales o al medio ambiente, incurrirá en prisión de treinta y dos (32) a ciento cuarenta y cuatro (144) meses y multa de ciento treinta y tres punto treinta y tres (133.33) a cincuenta mil (50.000) salarios mínimos legales mensuales vigentes”.*

Así mismo, la ley 1801 de 2016 en la cual se consigna el Código Nacional de Policía amplía las competencias por vía administrativa a las autoridades de Policía y a la Policía Nacional, en donde establece en su título X, medidas de control a las actividades que se desarrollen por fuera del marco normativo minero.

La explotación ilícita de minerales se desarrolla de manera antitécnica, sin protocolos de seguridad, sin cumplir con los requisitos ambientales, económicos, de seguridad e higiene minera, con mano de obra no calificada, con insumos no adecuados que, impactan a lo largo de la cadena productiva a la población que se encuentra en su área de influencia. Esta actividad ilícita conduce a ingresos no reportados al Estado, como el no pago de las contraprestaciones económicas por los recursos minerales extraídos y que constituyen un ingreso importante para el desarrollo de las entidades territoriales.

1.4.2 Regiones impactadas por la Explotación ilícita de minerales

Entidad responsable: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

En el informe del Estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2011-2012, la Contraloría General de la República presentó información que ilustra el tamaño de la no legalidad minera en el país, de la información recogida a nivel nacional, apenas el 37% de las 14.357 unidades mineras censadas tienen título minero y solo el 19,6% posee título minero y cuenta con licencia o instrumento ambiental, es decir que poseen legalidad plena.

La actividad ilícita de en Colombia ocupa más del 60 % de las 41 zonas hidrográficas del País y el 28% de las Áreas Protegidas tienen presencia de Explotación ilícita de minerales por Coltán, Oro, Carbón y Esmeraldas. Los Departamentos con mayor actividad ilícita son:

- **ANTIOQUIA:** En Antioquia se produce aproximadamente el 57% del oro del país mediante minería subterránea y uso de dragas y retroexcavadoras, en el Nordeste (Remedios y Segovia) y Bajo Cauca Antioqueño (Bagre, Cáceres, Caucasia, Nechí y Zaragoza), Occidente (Buritica)²³, y en Urabá (Mutatá y Dabeiba)²⁴, produciendo gran sedimentación, emisiones y vertimientos que llega a los ríos Nechí, Cauca, Magdalena, Sucio y humedales de la Mojana.
- **NARIÑO:** De acuerdo con la información suministrada por la Corporación Autónoma Regional del Nariño - CORPONARIÑO, en el departamento hay de más de 50 minas ilegales para la explotación de materiales de construcción. Adicionalmente, la explotación ilegal de oro se presenta sobre el Río Patía y las Quebradas el Purgatorio, San Antonio, el Sol, Chaupiloma, Jordán, Hueco Seco, Panacal, Chala, la Bombona, el Porvenir, las Delicias, Santa Clara, Chaquilulo, Ensolvado y el Rayo.
- **CAUCA:** En diferentes sitios del departamento se presenta Explotación ilícita de minerales: Norte del Cauca, Sur del Cauca y Costa Pacífica, las medidas de destrucción de maquinaria han sido insuficientes, a tal magnitud que en el norte del Cauca se utiliza los “cúbicos” que son huecos de 1 * 1 m con profundidades de hasta 30 m, por tanto, se hace más difícil la detección y los impactos no se pueden identificar y/o valorar.
- **BOLÍVAR:** En el Sur de Bolívar se realiza explotación minera de oro a cielo abierto y subterránea, principalmente en los municipios de Santa Rosa del Sur, Montecristo, Tiquisio, Achi, Morales, Arenal, Barranco de Loba, San Martín de Loba y Norosí, principalmente.
- **CHOCÓ:** La problemática social, ambiental y minera en el departamento del Chocó se presenta principalmente por la explotación de oro a cielo abierto con retroexcavadoras y dragas en zonas selváticas y por explotación en ríos con dragas; generando deforestación, sedimentación y contaminación con mercurio y residuos aceitosos de los equipos mecánicos utilizados.

Amazonia Nororiental (Departamentos de Amazonas, Vaupés y Guainía)²⁵: En esta región que se caracteriza por su gran diversidad biológica y cultural, históricamente se han dado actividades

²³ Aporte incorporado en el marco de la consulta pública del proyecto de investigación. Experto externo: CORANTIOQUIA: Laura Sepulveda y Yuliana Garcés. Septiembre de 2018

²⁴ Aporte incorporado en el marco de la consulta pública del proyecto de investigación. Experto externo: CORPOURABA, Juan Guillermo Cano. Septiembre de 2018.

²⁵ Aporte incorporado en el marco de la consulta pública del proyecto de investigación. Experto externo: Grupo de Trabajo sobre las Implicaciones de las Actividades Mineras en la Amazonia" conformado por Dirección Territorial Amazonia - Parques Nacionales Naturales de Colombia (DTAM-PNN), Fundación Gaia Amazonas, Fundación para la Conservación y el Desarrollo

ilegales, inicialmente asociadas al oro, hasta las más recientes relacionadas con la explotación del coltán. Estas actividades afectan zonas de manejo especial (Parques Nacionales Naturales, Resguardos Indígenas y Reserva Forestal de ley 2 de 1959) y zonas fronterizas que en muchos casos son de gran importancia ambiental, cultural o juegan un papel primordial en la seguridad alimentaria de las poblaciones locales. Las principales afectaciones que ocasiona esta actividad son: (1) a la salud y a la vida de los pueblos indígenas; (2) al patrimonio natural y cultural de la Nación; (3) a ecosistemas estratégicos, como lo son los ríos amazónicos, que además son cuencas compartidas con Brasil, Perú y Venezuela; (4) a la Integridad cultural, manejo tradicional y gobernabilidad local del territorio de los pueblos indígenas; y (5) al establecimiento de estrategias de sostenibilidad financiera para la conservación y uso sostenible del territorio.

La explotación ilícita genera impactos sobre el medio ambiente afectando los recursos agua, aire, suelo y biodiversidad en las zonas intervenidas. En 2014, la Explotación ilícita de minerales demostró ser una de las principales causas de la deforestación en Colombia. El Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) del IDEAM y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), ha permitido establecer que, a nivel nacional, se identifica un total de 140,356 hectáreas (ha) deforestadas en 2014, aumentando un 16% la tasa de deforestación, con relación al año 2013 (120,934 ha). Para el año 2017 se deforestaron 219.973 hectáreas, un 23 % más que en 2016 (178.597 Ha), y en esos dos años, el total superó las 398.570 hectáreas (IDEAM. 2018. Resultados Monitoreo de la Deforestación.)²⁶. Dentro de las principales causas de la deforestación se encuentran: Ampliación de frontera agrícola y pecuaria, cultivos de uso ilícito, colonización y/o desplazamiento de poblaciones, infraestructura, minería, extracción de madera para venta o auto consumo, y los incendios forestales.

De las áreas degradadas que se han identificado, Minambiente prioriza las áreas de gran importancia nacional para la prestación de servicios ecosistémicos, sin pretender restar importancia a todas las áreas que son degradadas por la actividad minera sin los debidos instrumentos de seguimiento y control ambiental. Como se observa en la Figura 8, varias áreas protegidas de carácter nacional y regional tienen actividad ilícita impactando los objetivos de conservación de biodiversidad y preservación de servicios ecosistémicos.

En general, sin identificar los sitios precisos ni dar un orden de importancia, puesto que estos dependerían de la realización de un proceso de valoración Ecosistémica, los sitios en Colombia priorizados que requieren de atención son: Ciénaga de Ayapel, Chocó (Rio Quito – Rio Atrato), Cauca (Municipios de Timbiqui, Guapi, Lopez de Micay, Suarez, Buenos Aires y Santander de Quilichao), Cauca (Rio Sambingo, Macizo Colombiano), Nariño (Pacífico), Putumayo (Cuenca Alta Rio Putumayo), Antioquia (Nordeste, Bajo Cauca y Occidente), Sur del Departamento de Bolívar, departamento de Santander (Páramo de Santurbán) y Valle del Cauca (Cuenca Rio Dagua).

Sostenible (FCDS), Sociedad Zoológica de Frankfurt (SZF), WWF Colombia. Alejandra María Laina Agudelo y Camilo Andrés Guío Rodríguez. Septiembre de 2018.

²⁶ Aporte incorporado en el marco de la consulta pública del proyecto de investigación. Experto externo: Vilma Jaimes Sánchez. Septiembre de 2018.

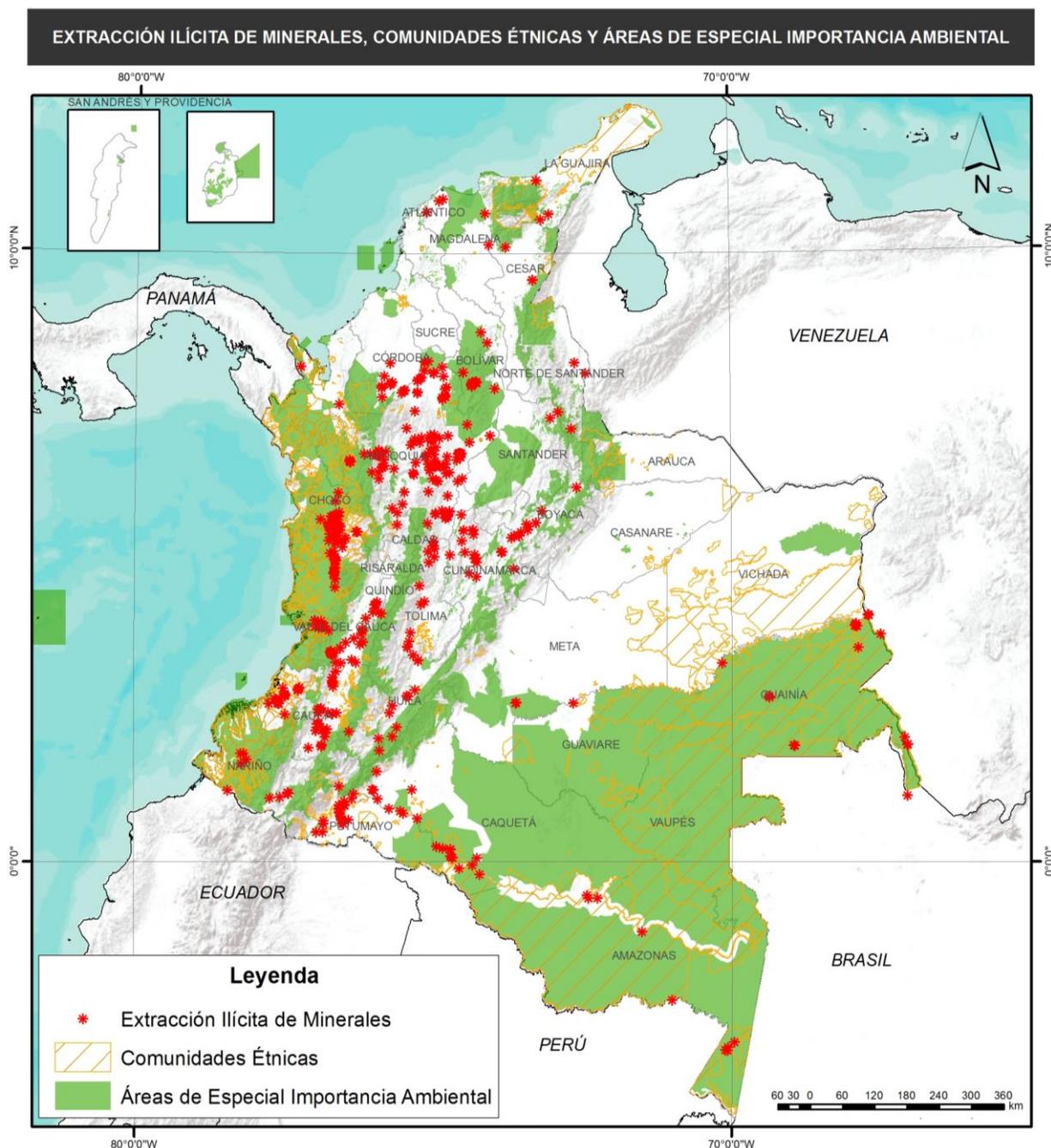


Figura 8. Mapa con Explotación ilícita 2016-2017 (Información remita en el marco de la CICOD-Comisión Intersectorial para el Control de la Deforestación y Gestión Integral para la Protección de los Bosques Naturales), Comunidades étnicas 2018, y áreas de especial importancia ambiental en Colombia (las áreas protegidas que fueron usadas para la cobertura de Áreas de Especial Importancia Ambiental son: Áreas de recreación, Complejo de páramos 1:100.000, Distrito de conservación de suelos, Distrito regional de manejo integrado, Parque natural regional, Parques nacionales naturales, Reserva forestal protectora nacional, Reserva forestal protectora regional, Reserva Ley 2da, Reserva sociedad civil, RUNAP regional, Bosque seco tropical 1:100.000, Manglar y Humedales RAMSAR).

Por su parte, como parte de un esfuerzo interinstitucional de lucha contra la explotación ilícita de minerales, el Ministerio de Minas y Energía y la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC, por su sigla en inglés) adelantan estudios de monitoreo y seguimiento en zonas con potencial minero en el país, especialmente de oro. Este estudio se basa en la recopilación de información que muestra las áreas con evidencia de explotación de oro de aluvión con uso de maquinaria en tierra (EVOA), la cual es contrastada con las áreas excluidas y restringidas para la actividad minera, títulos mineros, títulos con licencia ambiental, zonas con prerrogativa de explotación, territorios colectivos de comunidades negras y resguardos indígenas, zonas mineras de comunidades étnicas, entre otras. Como resultado, se identifica las áreas donde se está desarrollando explotación de oro sin autorización minera ni ambiental.

En 2016/2017 se identificaron 14 departamentos afectados con evidencia de explotación de oro de aluvión con uso de maquinaria en tierra (EVOA), para los cuales se detectaron 83.620 hectáreas, 6% más de lo detectado en 2014. Se destaca que el 76% de esta área se concentra en los departamentos de Chocó (39%) y Antioquia (37%).

De estas 83.620 hectáreas, el 66% corresponde a actividades sin ninguna figura legal para explotación de oro; 27% corresponden a explotaciones con prerrogativa de explotación, que no tienen autorizado el uso de maquinaria; y 7% solo corresponde a títulos mineros con licencia ambiental.

Así mismo, se resalta que el 47% de las EVOA se encuentra en zonas de categoría especial (Parques Nacionales, Resguardos Indígenas, Consejos Comunitarios o Zonas Mineras de comunidades étnicas²⁷). Finalmente, de las evidencias encontradas en el monitoreo 2016-2017, solo el 7% corresponden a áreas tituladas con licenciamiento ambiental.

Tabla 5. EVOA con uso de maquinaria en tierra (hectáreas) Por departamento.

| Departamento | EVOA 2014 ^a | EVOA 2016 | % del total nacional 2016 | % cambio 2014-2016 |
|--------------|------------------------|-----------|---------------------------|--------------------|
| Chocó | 36.113 | 33.024 | 39 | -9 |
| Antioquia | 26.237 | 30.897 | 37 | 17 |
| Bolívar | 7.405 | 7.820 | 9 | 6 |
| Cauca | 1.405 | 3.702 | 4 | 163 |
| Córdoba | 3.541 | 3.592 | 4 | 1 |
| Nariño | 1.671 | 2.678 | 3 | 60 |
| Valle | 1.556 | 1.023 | 1 | -35 |
| Putumayo | 355 | 537 | 1 | 47 |
| Otros | 507 | 347 | 0 | -31 |
| TOTAL | 78.939 | 83.620 | 100 | 6 |

Fuente: EVOA, 2018.

²⁷ La figura de Zonas Mineras de Comunidades Étnicas establecidas en el capítulo XIV de la Ley 685 de 2001 – Código de Minas buscan que la exploración y explotación minera se realice de manera que no vaya en desmedro de los valores culturales, sociales y económicos de las comunidades y grupos étnicos ocupantes real y tradicionalmente del área objeto de las concesiones. Sin embargo, esta figura no concede el derecho a explotar minerales a la comunidad étnica. Este derecho solo se obtiene a través de un título minero mediante el ejercicio del derecho de prelación derivado de la declaración de la zona minera.

1.4.3 Explotación ilícita y Deforestación

Entidad responsable: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

El IDEAM viene liderado en Colombia la implementación de una metodología uniforme para levantar información de las coberturas de la tierra a través de la adaptación al país de la metodología “CORINE Land Cover”. La caracterización de la cobertura terrestre y el uso del suelo de un área, así como sus cambios espacio temporales en relación con las actividades humanas, es fundamental para entender y predecir la dinámica de los componentes del paisaje. Además, proporciona un marco de referencia para el estudio de la sucesión y la dinámica de los ecosistemas, y es una herramienta esencial para el diseño de políticas y estrategias de planificación, conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, para lo cual es necesario la producción periódica de la capa nacional a unos intervalos temporales definidos técnicamente, que permitan establecer los cambios sucedidos en la cobertura.

La metodología CORINE Land Cover permite la clasificación de coberturas de la tierra presentes en el territorio con subdivisiones definidas de acuerdo con la información suministrada por imágenes de sensores remotos y verificación de campo de acuerdo con las condiciones de accesibilidad. La metodología aplicada considera varias etapas, que consisten de forma general en: 1) Obtención y procesamiento de imágenes de satélite ópticas; 2) Interpretación en pantalla de las imágenes de satélite por parte de expertos; 3) Verificación de campo de las unidades de coberturas interpretadas y que presentaron un grado de incertidumbre en su identificación y delimitación; 4) Control de calidad continuo y sistemático de seguimiento del avance de las diferentes actividades del proceso de interpretación y clasificación de coberturas con el propósito de garantizar la calidad geométrica, temática y topológica de la información cartográfica generada; 5) Generación de la capa nacional integrada y empalmada, cumpliendo con los requerimientos de calidad y consistencia definidos por el IDEAM.

La adaptación de la metodología Corine Land Cover al país ha sido un proceso interinstitucional iniciado en el año 2006 y continuado sucesivamente hasta la actualidad, en el que han participado los institutos de investigación del SINA (IDEAM, IAvH, IIAP e INVEMAR), junto con Parques Nacionales Naturales -PNN, CORMAGDALENA, IGAC y WWF-Colombia, permitiendo como resultado contar con la capa nacional de coberturas de la tierra (periodos 2000 – 2002; 2005-2009 y 2010-2012) escala 1:100.000.

Para la elaboración del periodo más reciente (2010-2012), se partió de las capas de coberturas para los periodos (2000-2002 y 2005-2009), teniendo en cuenta que la metodología CORINE Land Cover establece el proceso de reinterpretación en el cual se toman los polígonos del periodo inmediatamente anterior como referente para establecer si se presentan o no cambios, dependiendo además de la disponibilidad y calidad de imágenes de satélite libres de nubes. Como insumos de información para el departamento del Vichada se contó con imágenes de satélite Landsat 7 de los periodos 2009, 2010, 2011 y 2012.

En ese orden, el país cuenta con información de coberturas de la tierra para tres periodos de monitoreo (2000 – 2002; 2005-2009 y 2010-2012). El periodo de monitoreo se refiere al lapso en el que fueron registradas las imágenes de satélite por parte del sensor. Por condiciones de nubosidad y/o calidad de las imágenes para ser interpretadas visualmente, en muchas ocasiones se hace necesario generar mosaicos de imágenes lo más cercanas en su fecha de toma, a fin de obtener escenas que contengan la mayor cantidad de información digital sobre el terreno.

De los resultados obtenidos se puede observar una tendencia de aumento en las áreas de explotación minera, al pasar de 61.194 ha en el periodo (2000-2002) a 86.682 ha en el periodo (2010-2012), siendo el departamento del Chocó el que mayor incremento en área presentó al pasar de 995 ha a 17.391 ha en un lapso de 10 años.

Respecto a información relacionada con la deforestación en Colombia en áreas con minería se tiene que:

Los reportes oficiales por deforestación generados por el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono del IDEAM en el periodo 2013-2014 fueron comparados con la delimitación de los títulos mineros para dicho periodo entregados por Ecopetrol.

El 3% de Bosque Natural en Colombia para el periodo 2013-2014 se encontraba en áreas de Titulación minera, y que, de las 140.356 hectáreas de deforestación reportadas a nivel nacional para el mismo periodo, el 8.05% de la deforestación se encuentran en áreas de titulación minera.

El reporte sobre las áreas de Deforestación detectadas por el IDEAM y que se encuentran en el área de influencia de las áreas de “Evidencias de Explotación de Oro de Aluvión” reportadas por el Sistema de Monitoreo de Cultivos Ilícitos de Naciones Unidas, muestran evidencia de mayor actividad en los departamentos de Chocó, Antioquia y Valle que entre 2001-2014

Por otro lado, el informe de UNODC para 2018 (EVOA, metodología basada en sensores remotos orientada a detección nacional de las evidencias de explotación de oro de aluvión), señalan que Colombia tenía 78.939 Ha en el 2014 y 83.620 Ha para 2016, distribuidas en 17 de los 32 departamentos del país (131 municipios para 2016). El 24% de los departamentos afectados se ubica en el litoral Pacífico. El 79% se encuentran en dos departamentos: Antioquia (33%) y Chocó (46%), para 2014, y el 76% en el 2016 (Antioquia 37%, y Chocó 39%). Un 47% de las EVOA se encuentra en zonas de categoría especial (Parques Nacionales, Resguardos Indígenas, Consejos Comunitarios o en Zonas Mineras). 67 de 158 Consejos Comunitarios reportan EVOA en 2016 y el 42% del área de EVOA se encuentra en esta categoría. Sólo en 4 de los 59 parques del SNPNN se encontraron evidencias de alteración directa del paisaje debido a la explotación de oro de aluvión.

1.4.4 Explotación ilícita y comunidades

1.4.4.1 *Apoyo, acompañamiento y garantía de derechos a comunidades étnicas afectadas por la Explotación ilícita de minerales.*

Entidad responsable: Ministerio del Interior

En aras de presentar las acciones realizadas por el Ministerio del Interior en términos de prevención a la explotación ilegal en el territorio nacional y contestando el requerimiento de la Honorable Corte Constitucional mediante Sentencia T-445 de 2016.

Para empezar a hablar de los efectos de la explotación ilícita de minerales en las comunidades étnicas debemos indicar que este asunto en Colombia se ha convertido en un problema de tipo, social, ambiental y económico, en atención a que su falta de regulación y vigilancia por parte del Estado, ha permitido que este tipo de poblaciones no tengan una educación en el desarrollo auto sostenible.

De ahí que sus efectos son altamente negativos para este tipo de comunidades pues sus costumbres por las que tanto han luchado se ven notoriamente afectadas, debiendo analizar en primer lugar los efectos en el ámbito económico que se desarrolló a nivel macroeconómico y microeconómico, y a su vez la microeconomía se afecta de la siguiente manera:

La explotación ilícita de minerales, al carecer de un control efectivo por parte de las autoridades competentes del Estado, impide que el gasto de la oferta ambiental inherente a los proyectos de explotación minera se haga bajo la supervisión y vigilancia estatal. Ello da lugar a comportamientos que, ante la situación de escasez de estos recursos, busquen explotar la mayor cantidad de recursos en el menor tiempo posible, con lo cual perjudicarán el postulado del desarrollo sostenible. Por consiguiente, no es posible garantizar el equilibrio entre desarrollo económico y gasto de oferta ambiental, si no existe un adecuado control gubernamental de la segunda. La explotación arbitraria de los recursos terminará entonces por subvertir el desarrollo sostenible y, desde el punto de vista macroeconómico, por limitar aún más el desarrollo económico, toda vez que limitará los recursos disponibles y, con ello, retrasará el crecimiento de la demanda agregada.

Puesto, en otros términos, la falta de un adecuado control de la explotación minera, como sucede en el caso de la minería ilícita, tiene como efecto natural la imposibilidad de garantizar el desarrollo sostenible de la economía nacional, más aún en los territorios de comunidades étnicas. Y, si se parte de la base de que el desarrollo sostenible es un presupuesto para el desarrollo económico en el mediano y en el largo plazo, es claro entonces que este efecto se traducirá también en una significativa retrotracción del desarrollo.

Seguidamente se tiene también como efecto la formalización de la economía. La actividad ilegal, como es obvio, es una actividad que, además de ilícita, es informal desde el punto de vista económico. Esta informalidad conduce a que los ingresos derivados de la actividad no sean oficialmente reportados al Estado. En efecto, al tratarse de actividades ilícitas, los recursos obtenidos con ocasión del hecho ilícito no pagan impuestos, toda vez que no son formalmente reportados como recursos.

Finalmente, además de entorpecer el desarrollo económico y el desarrollo sostenible, a la par que evitar mayores ingresos para la administración, la explotación ilícita representa también un significativo desincentivo para la inversión y para la legalidad. Esto partiendo del supuesto de que los agentes económicos son racionales, es natural prever que estos, procurarían maximizar su utilidad, incrementando los niveles de producción y reduciendo los costos asociados a la misma. El hecho de que exista una actividad informal, en la que se dan menores costos y mayores posibilidades de explotación –carentes de control-, implica que en el mercado existirá un panorama que, a pesar de ilegal, resulta más provechoso. Este asociado a la ilicitud conducirá a que sean cada vez más quienes exploten los recursos mineros en forma ilegal y, con ello, desincentivará, en forma correlativa, la legalidad.

Pues bien, como se ha desarrollado, otro de los efectos de la Explotación ilícita de yacimientos mineros en las comunidades étnicas de Colombia, se percibe en el ámbito social, el retraso económico inherente está acompañado de un correlativo problema socio cultural.

Es así como el solo hecho de que se prive al Estado de la posibilidad de crecer y desarrollarse económicamente, así como de cubrir regularmente el déficit fiscal, tiene por efecto un connatural incremento de la pobreza y de la brecha social, tan propia de las economías en vía de desarrollo. Sin embargo, la problemática no se agota en este funesto perjuicio –mayor pobreza y mayor

resentimiento social-, toda vez que se extiende a otros campos que complementan una suerte de depresión social atada a las prácticas de minería ilícita.

Se tiene que la informalidad a la que se ha venido esgrimiendo, evita un control efectivo sobre las condiciones laborales en que se lleva a cabo la explotación minera. La explotación ilegal está asociada a fenómenos de sub-empleo, deficientes condiciones laborales, de ahí las múltiples tragedias por las pérdidas humanas al someterse las comunidades a condiciones laborales no favorables y por consiguiente los derrumbes en las minas sin control que han dejado innumerables víctimas.

Además de lo anterior, la explotación ilícita se suele asociar al patrocinio de otras actividades ilícitas como son, por ejemplo, la financiación del terrorismo y de las bandas dedicadas a la criminalidad, lo que se ha evidenciado en departamentos tan prometedores como por ejemplo el Chocó.

Así, es una fuente de recursos que ofrece dos grandes ventajas: en primer lugar, es rentable, toda vez que genera altos ingresos con escasos costos y, en segundo lugar, no llama tanto la atención como sí lo hacen otras actividades ilícitas. La agilidad en la captación de recursos, aunado con la posibilidad de apalancarse en un grupo de personas de bajo costo laboral, hace que se trate de un mecanismo muy proclive al problema denunciado.

Por su parte la Policía Nacional reporta que la actividad ilegal financia grupos armados ilegales en algunas regiones como Norte de Santander, Antioquia, Tolima, Valle del Cauca, Nariño, Cauca, Meta, Guaviare, Guainía y Vaupés. Igualmente, interés de monopolizar nuevos yacimientos mineros en Guainía, Vichada y Amazonas, especialmente de minerales estratégicos como el coltán.

Concluyendo, desde la perspectiva social, sumado a la pobreza, la violencia y el patrocinio a la criminalidad, la falta de control inherente a la actividad ilícita se refleja también en las pobres condiciones de seguridad a las que se sujeta y que, por lo general, se materializan en siniestros de gran envergadura, como es propio de una actividad típicamente riesgosa como es la minería. Estos adversos mineros se traducen, por lo general, en una tragedia humana en la que muchas familias padecen la pérdida de padres o de hijos y que implica un difícil desprendimiento humano, a la par que la probable pérdida del sustento económico, dificultando aún más la situación de muchas familias colombianas.

En cuanto a los efectos en el ámbito ambiental, la informalidad propia de la explotación ilícita de minerales se refleja también en la gestión ambiental. No es un secreto que la falta de control respecto de la explotación de los recursos del Estado, en el contexto de una economía capitalista, tiene por efecto un significativo menoscabo de la integridad medioambiental. Ya se advertía, en los fines del siglo pasado, la necesidad de garantizar un equilibrio entre el desarrollo económico y el gasto de oferta ambiental –desarrollo sostenible-, para lo cual se estimaba necesario, de una parte, empoderar al Estado en el control del aprovechamiento y la explotación de recursos y, de la otra, responsabilizar a los particulares por los abusos que cometan en esta materia.

Ese equilibrio, frente a la falta de control, se ve inevitablemente perjudicado, en la medida en que el oportunismo de los agentes económicos y la constante insatisfacción de sus necesidades los lleva a asumir una actitud predatoria frente a los recursos naturales. En efecto, se trata de un razonamiento propio del sistema económico: siendo la oferta de los recursos bastante limitada y, a la par de ello, existiendo una creciente demanda por parte de la población, la consecuencia natural obvia, ante una falta de control, es que se procurará consumir tantos recursos como al sujeto le sea

posible. Ello, en rigor, se traduce en depredación medioambiental y en inconmensurables perjuicios para los ecosistemas locales.

Se tiene entonces, el daño a la superficie terrestre, la liberación de sustancias tóxicas, En el drenaje ácido de minas, el manejo del polvo asociado a la explotación y de los niveles de ruido, reconocidos también como un factor de deterioro ambiental.

Finalmente, en lo que tiene que ver con los procedimientos empleados para la explotación minera, los que, dada la informalidad propia de la actividad ilícita, suelen transgredir los estándares de idoneidad técnica y, con ello, acrecentar el perjuicio ambiental.

Ahora bien, debemos tener en cuenta que le País se encuentra en un momento significativo en su historia, puesto que se firmó el acuerdo final de paz con las Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia – FARC-EP, el pasado 24 de noviembre de 2016, lo que da cierre a uno de los conflictos intraestatales más longevos del mundo. No obstante, el posconflicto es un escenario donde toda la ciudadanía colombiana estará implicada y será parte fundamental para la construcción de la paz estable y duradera en la nación. Por esto, es imprescindible entender y aceptar que la conflictividad social que se vio controlada, por ende, invisibilizada ante los ojos del Estado Colombiano, saldrá a flote en este proceso. La exploración y explotación ilícita de minerales es un ejemplo de una actividad donde las pautas y el control fue ejercido por la presencia de los frentes de las FARC en cada uno de los territorios que habitaba. En lo corrido del 2017 las quejas de las afectaciones directas e indirectas por parte de esta actividad a las comunidades étnicas del país ha incrementado.

Ante el aumento de oficios recibidos por el Ministerio del Interior, la Dirección de Asuntos Indígenas, ROM y Minorías (DAIRM) y la Dirección de Asuntos de Comunidades Negras Raizales y Palenqueras consolidado en el 2017 un grupo que se enfoca en el tema minero y su interrelación con las comunidades étnicas. Dentro de las funciones del Ministerio del Interior como ministerio de la política nacional, está el convocar a las instituciones, empresas, gobiernos departamentales, locales y territoriales (líderes indígenas afros o comunitarios) para gestionar y abrir los espacios de dialogo necesarios para conocer las necesidades y los intereses de las partes, al igual que ser garante de los derechos fundamentales de las comunidades étnicas. En estos espacios se busca escuchar a las comunidades y conocer desde su vivencia en territorio como esta actividad los está afectando. Con esto se fomentan soluciones conjuntas donde afloran las inquietudes, las necesidades e intereses que puedan tener las partes, y así acercarlas para que las interpretaciones sobre las soluciones propuestas evidencien el trabajo mancomunado.

El Ministerio del Interior, ha apoyado y acompañado varios espacios referentes al tema minero en el país desde hace varios años. En el 2014 la DAIRM-MI apoyo el primer ejercicio interinstitucional donde se realizó la recolección de muestras para realizar el estudio de contaminación por mercurio (Hg+) en la población y el territorio de las comunidades pertenecientes a la Asociación PANI que viven en la rivera del Rio Caquetá en la Amazonia colombiana. Este trabajo interinstitucional evidencio la afectación que está sufriendo el territorio y las comunidades del PANI. Donde la contaminación por mercurio tanto en humanos como en peces está más alta de aquella permitida por la Organización Mundial de la Salud, la cual es una parte por millón (1ppm) en seres humanos y de media parte por millón (0.5 ppm) en peces para el consumo humano.

Siendo esta la realidad, el Ministerio del Interior acompañó en el 2015, 2016 y 2017 los procesos de estudios que se adelantaron con las Asociaciones CIMTAR en vecindad con el Parque Nacional Natural Amacayacu, y ACITAVA quienes viven dentro del Parque Nacional Natural Yaigoje

Apaporis, donde se firmaron protocolos de relacionamiento para el uso de la información recolectada en estos trabajos. Las comunidades fueron reunidas, las muestras fueron tomadas y después del estudio fueron entregadas. En estos procesos, se les brindo información con respecto a que es la contaminación por mercurio y cuáles pueden ser sus consecuencias, con esto se abrían las puertas para que las comunidades preguntaran, solicitaran información y atención diferenciada con respecto a este fenómeno.

Ante esto el Ministerio del Interior como garante de los derechos fundamentales de las comunidades indígenas ha realizado reuniones interinstitucionales a nivel nacional y local (Secretaria de Salud). Con estos resultados la Secretaria de Salud Departamental planteo la gestión con las EPS que tratan a las comunidades indígenas para que los planes de salud incluyeran el muestreo de contaminación por mercurio, atención y seguimiento a las mismas por afectaciones a su salud.

Frente a las Comunidades Negras, el Ministerio del Interior ha sido acucioso en dar cumplimiento a las órdenes establecidas por la Corte Constitucional en sentencia T- 025 de 2004, donde expuso el estado de cosas inconstitucional, en razón a la grave situación de desplazamiento poblacional originado por el conflicto armado interno.

Con la declaratoria del ECI la Corte busco ampliar los efectos de la acción constitucional y ordenar acciones que tengan un alcance material y temporal acorde con la magnitud de la violación entre estos se encuentra la discusión frente a la apropiación de los recursos naturales, que se encuentran en los territorios afrocolombianos; es así como desde una perspectiva de derechos humanos y con el ánimo de introducir un enfoque diferencial en la política pública de atención a la población afrocolombiana desplazada o en riesgo de estar desplazada, la Corte Constitucional profirió el Auto 005 de 2009, para establecer obligaciones constitucionales e internacionales, donde se priorizó la población Afrodescendiente en su rol de minoría étnica como sujeto de especial protección, teniendo en cuenta el impacto desproporcionado que el desplazamiento forzado les ha generado.

Este pronunciamiento identificó entre los factores transversales que implican que la población Afrodescendiente sea más vulnerable frente al desplazamiento el que trata de presiones legales e ilegales generadas por los procesos mineros y agrícolas que se desarrollan en las zonas históricamente habitadas por las comunidades afro y que han generado dinámicas de confinamiento. Mencionó que la calidad de sujeto de especial protección implica que se tomen las “medidas de diferenciación positiva que atiendan las condiciones de especial vulnerabilidad e indefensión y propendan, a través de un trato preferente, por materializar el goce efectivo de sus derechos” (párr. 10, auto 005/2009), e involucra al Estado como obligado “no sólo a evitar eventuales discriminaciones, sino también a desarrollar actos tendientes a garantizar que estas comunidades y los individuos que las componen puedan gozar de todos los derechos constitucionales, individuales y colectivos, en igualdad de condiciones”

El Ministerio del Interior, también ha gestionado reuniones con las diferentes Brigadas del Ejército Nacional para dialogar específicamente sobre la Minería ilícita. Como ejemplo, bajo el marco de la Directriz Presidencial de Acciones Contra la Minería Ilegal, se llevó a cabo una reunión donde se planteaban todos los conflictos sociales y ambientales que muestra el territorio y las comunidades en departamentos como el Vichada, Guaviare, Guainía, Casanare y Arauca, muchos en la jurisdicción de la Octava Brigada del Ejército Nacional.

De igual manera, se ha acompañado y apoyado la gestión del gobierno y de las comunidades étnicas en las Mesas Mineras Regionales puesto que es en estos espacios de diálogo intercultural donde no solo se evidencian las necesidades e intereses de las partes, sino también la falta de fortalecimiento que necesita la institucionalidad regional y la territorial (étnica). Estos espacios fomentan el intercambio de saberes, donde las instituciones nacionales aprenden sobre las dinámicas departamentales y locales, para con esto tomar decisiones adecuadas y replicar cuales son los procesos en términos de política pública y como trabaja el Gobierno Colombiano cuando conoce las afectaciones sociales y ambientales que afectan a las comunidades étnicas del país.

Se han realizado reuniones interinstitucionales con Cancillería, Ejército Nacional, Policía y Defensoría del Pueblo, para dialogar sobre los procesos adelantados binacionalmente con Ecuador y Perú, para neutralizar a los ilegales que hacen uso de las fronteras geopolíticas entre los países para escapar de las autoridades en los diferentes operativos realizados a nivel fronterizo. Por esta razón, ejemplos como el deterioro social que está sufriendo el resguardo Awá Hojal La Turbia, municipio de Tumaco-Nariño, frontera con el Ecuador, se profundiza más cuando no hay acción conjunta a nivel binacional. Debido a esto, protocolos de entendimiento se han firmado entre las dos naciones para realizar operativos y así frenar a los individuos que están causando daños sociales y ambientales en el territorio nacional.

El deterioro social se evidencia en el informe realizado el 10 de enero de 2017 por la Defensoría del Pueblo, comunicados por parte de la Oficina del Alto Comisionado para Los Derechos Humanos de las Naciones Unidas han sido una alternativa utilizada por comunidades indígenas en el Vaupés, quienes se han visto afectadas a nivel social y territorial por la disidencia de ciertos frentes de las FARC-EP y el incremento indiscriminado de la minería ilícita en sus territorios. Con esto, el Ministerio del Interior, ha propiciado espacios de dialogo a nivel nacional con las instituciones del Estado, donde se está formulando una metodología para realizar una acción conjunta, y con esto fortalecer a las instituciones departamentales y a líderes indígenas con respecto a la diferentes leyes y decretos que han surgido en los últimos años referentes a que documentos se necesitan para estar dentro de la legalidad.

Al ser las comunidades Indígenas del Vaupés Patrimonio Inmaterial y Cultural de la Humanidad declaradas por la UNESCO, el Ministerio del Interior ha emprendido un trabajo que espera no solo fortalecer los procesos de articulación Nación-Territorio; sino también, a las comunidades indígenas, y poder realizar acciones de choque en las zonas donde la actividad minera ilícita siga su curso, al igual que desarrollar procesos de prevención y sensibilización a las comunidades para que la minería ilícita no afecte sus actividades de caza, recolección, cultura, y cosmovisión.

Las Naciones Unidas recibieron el 100% de las armas utilizadas por las FARC-EP el pasado 27 de junio de 2017, dando confianza, y afianzando el proceso del postconflicto en Colombia. No obstante, la minería se presenta como alternativa lucrativa no solo para el minero de subsistencia sino también, como financiamiento de grupos armados organizados que siguen operando en el país. Por esta razón, las afectaciones sociales que describen las comunidades étnicas en los oficios allegados al Ministerio del Interior se ven reflejados en lo que la periodista Jennifer Moore disgrega sobre los once mitos alrededor de la minería transnacional (2009). Los mitos se expresan desde el desarrollo económico, la inversión y beneficios que esta actividad contribuye a lo local, las expectativas sobre el cuidado del medio ambiente, el respeto a los derechos colectivos, y como todo sucede con el consentimiento previo de las comunidades, al igual que la transparencia con que se realizan las actividades de exploración y explotación de minerales.

Es por esto, que la confianza dentro de las mismas comunidades étnicas hacia el Estado se ve debilitada, puesto que muchas veces la falta de información y acompañamiento en el fortalecimiento de lo Nacional a lo territorial no es suficiente para llenar el vacío educativo y normativo que requieren las instituciones de nivel departamental y local para atender este fenómeno. Es aquí donde las comunidades ven que sus derechos se vulneran de forma sistemática por parte del Estado, Empresas, pequeño minero y actores armados al margen de la ley. Las comunidades indígenas se ven afectados en como su sistema de autogobierno es a veces manipulado por el interesado en entrar a su territorio, ofreciendo dinero o diferentes formas de compensaciones. Si no es de aceptarse, los líderes indígenas han manifestado que han sido víctimas de amenazas directas contra su vida por “molestar” y no dejar que el desarrollo toque las puertas de sus territorios. Los indígenas cuestionan la sostenibilidad en el tiempo de la oferta laboral cuando se acabe el “oro”, por ende, el trabajo en la mina, y como sus trabajos tradicionales se ven cambiados por la actividad económica que ofrece este sector.

Los seres humanos y la madre tierra somos uno solo desde la cosmovisión de la mayoría de las comunidades indígenas de Colombia, y es esta interdependencia eco-céntrica e institucional la que permitirá tener mejores reglas de juego sobre la participación ciudadana en la toma de decisiones, pero que también de confianza a la inversión extranjera desde el punto de vista jurídico a las empresas que invierten en Colombia.

Es importante ver que temas como la moratoria minera han sido planteadas en la Cumbre Agraria, y que es desde el dialogo intersectorial, interinstitucional e intercultural que nuevas alternativas al desarrollo jurisprudencial pueden nacer de estos procesos. Es aquí donde el Estado Colombiano ve que hay un gran valor en el dialogo y en el trabajo Nación-Territorio. Del cual se espera salgan muchas decisiones a nivel participativo, escuchando a la comunidad y mejorando los puentes de relacionamiento entre los sectores involucrados en esta actividad económica.

Es por esto por lo que el Ministerio del Interior ha servido como garante de los derechos fundamentales de las Comunidades étnicas del País. De igual manera, es apoyo y acompañante permanente de los espacios de diálogo y concertación referente a todos los temas en las agendas de la Mesa Permanente de Concertación, La Mesa Indígena Wayuu y la Mesa Minera del Choco, entre otras mesas importantes. No obstante, somos el órgano rector el cual coordina y convoca a las instituciones de orden Nacional, Departamental, Municipal y Territorial (Líderes Indígenas y Afros), para abrir los espacios de dialogo necesarios sobre los temas a tratar (en este caso Minero Ambiental-Ilícito) y fomentar posibles soluciones de la mano con las comunidades étnicas.

1.4.4.2 *Comisión Intersectorial De Alertas Tempranas – CIAT*

Entidad responsable: Ministerio del Interior- Dirección de Gobierno y Gestión Territorial

En primer lugar, es importante mencionar que la Comisión Intersectorial de Alertas Tempranas-CIAT se rige bajo el Decreto 2890 del 12 de Diciembre de 2013 mediante el cual se crea como instancia encargada de recomendar al Ministro del Interior, la emisión o no de alertas tempranas, así como recomendar la implementación de medidas dirigidas a las autoridades competentes, para la prevención de violaciones a los derechos a la vida, a la integridad, libertad y seguridad personal e infracciones al Derecho Internacional Humanitario, teniendo como insumo los Informes de Riesgo y Notas de Seguimiento, remitidos por la Defensoría del Pueblo.

En este sentido, la Alerta Temprana son las recomendaciones de carácter preventivo, que realiza el Ministerio del Interior a las autoridades competentes a nivel nacional y territorial para la implementación de acciones integrales frente a la advertencia de un riesgo alto o medio de violación de los derechos a la vida, a la integridad, libertad y seguridad personal e infracciones al Derecho Internacional Humanitario. La vigencia del informe de riesgo la determina la Defensoría del Pueblo mediante el Sistema de Alertas Tempranas –SAT con la emisión de un nuevo documento o Nota de Seguimiento, actualizando los escenarios de riesgo.

La CIAT la conforman las siguientes entidades: Ministerio del Interior, Unidad para la Atención y Reparación Integral a Víctimas –UARIV, Unidad Nacional de Protección –UNP, Ministerio de Defensa, Comando General de Fuerzas Militares, Policía Nacional, y unos invitados permanentes como lo son Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar – ICBF y demás entidades competentes para actuar frente al riesgo advertido.

En cuanto a las funciones específicas de la CIAT se encuentran: recomendar la emisión o no de una Alerta Temprana, recomendar las medidas oportunas, coordinadas y eficaces para prevenir las violaciones a los Derechos Humanos y al Derecho Internacional Humanitario, verificar y evaluar la información de los Informes de Riesgo (IR) o Notas de Seguimiento (NS), establecer las amenazas, las capacidades y las vulnerabilidades, efectuar seguimiento de la implementación de las recomendaciones y por último reevaluar el nivel de riesgo.

Ahora bien, los tres (3) procedimientos de verificación de la información recopilada son: la evaluación de los Informes de Riesgo (IR) o Notas de Seguimiento (NS), la cual se realiza a los cinco días emitido el informe convocando a las entidades tanto de nivel nacional como departamental y municipal. Un segundo procedimiento, es el seguimiento a la implementación de las recomendaciones, el cual se realiza a los seis meses en terreno y finalmente la reevaluación, la cual se realiza al año de emitida la alerta.

Cabe resaltar que en cada una de estas sesiones se emiten recomendaciones a las entidades de nivel nacional y territorial para que en marco de sus competencias adelanten las acciones que haya lugar. Estas recomendaciones son de carácter preventivo y focalizadas en los riesgos identificados en cada una de las sesiones. Así mismo, la CIAT se encarga de hacer seguimiento a la implementación de las recomendaciones y a los resultados alcanzados por las mismas. En el marco de estas recomendaciones se encuentran unas encaminadas a la prevención de explotación ilícita las cuales se desarrollarán a continuación.

Las recomendaciones se basan en la articulación y coordinación entre entidades para realizar acciones en términos de prevención a la explotación ilícita de minerales. Por tanto, en el marco de las competencias de cada entidad y lo identificado en cada una de las sesiones, la CIAT ha planteado una serie de recomendaciones:

A Gobernaciones, Ministerio de Defensa Nacional y Fuerza Pública:

- Coordinar con el apoyo de las Administraciones Municipales y Fuerza Pública, actividades de fomento a la cultura de la legalidad en lo que respecta a la actividad económica de la minería buscando así minimizar el fenómeno de ilegalidad en el municipio.
- Implementar las acciones pertinentes para evitar el avance de la acción de actividad ilícita en el territorio, así como la continuidad de la contaminación de los afluentes hídricos en particular del asentamiento minero sobre la cuenca del río.

- Desarrollar un programa de prevención y atención a posibles amenazas a líderes (as) y Defensores (as) de Derechos Humanos para que se garanticen el progreso de sus funciones en el marco de la Consulta Popular Minera que se adelanta en el municipio.

A las Alcaldías Municipales:

- Coordinar con el apoyo de la Fuerza Pública, actividades de fomento a la cultura de la legalidad en lo que respecta a la actividad económica de la minería, buscando así minimizar el fenómeno de explotación ilícita de minerales en el municipio.

Al Ministerio de Educación Nacional:

- Revisar en los municipios la modalidad de educación contratada. La dificultad que representa para las administraciones municipales garantizar la permanencia de los niños, niñas y adolescentes en los distintos centros educativos dada la demora en los procesos de contratación de los docentes, lo cual facilita la vinculación de los menores a labores de minería en la zona...

A la Agencia Nacional de Minería:

- Articular con las administraciones municipales en el departamento la información referente a la adjudicación de predios o títulos para la explotación minera.
- Adoptar las acciones tendientes a mediar o intervenir en el conflicto que se presenta entre las asociaciones de mineros del Caribona ASOMCA, de mina Flórez-ASOMIFLORES, de Mina Walter en Alto Caribona - ASOMIWA, y la Cooperativa Multiactiva Minera del Caribona – COOPCARIBONA, todas conformadas por mineros de la zona, en coordinación con el Ministerio de Minas y Energía, la Gobernación y la Alcaldía.
- Implementar acciones tendientes a evitar que los propietarios de retroexcavadoras sigan ejerciendo la minería cielo abierto sin ningún plan de manejo y ocasionado graves daños ambientales y sociales que deterioran la salud y la calidad de vida de los habitantes de los municipios.

A las Corporaciones Autónomas Regionales:

- Desarrollar estrategias de control ambiental y social en la actividad de la minería tales como el uso de retroexcavadoras, el funcionamiento con los debidos Títulos o concesiones mineras, así como su respectivo Plan de Manejo Ambiental, que garanticen las debidas condiciones de salud pública para los pobladores de los municipios
- Desarrollar de manera conjunta con el Ministerio de Minas y Energía, la Gobernación y la Policía Nacional actividades que disminuyan el impacto ambiental ocasionado por las actividades de explotación ilícita de minerales que se desarrolla en los municipios.
- Desarrollar estrategias efectivas de control ambiental y social de la actividad de la minería, tales como el uso de retroexcavadoras, el funcionamiento con los debidos títulos o concesiones mineras, así como su respectivo Plan de Manejo Ambiental, que garanticen las debidas condiciones de salud pública para los pobladores.

A Migración Colombia:

- Desarrollar operativos de identificación de extranjeros y efectuar la verificación migratoria de los mismos, atendiendo a la información sobre su presencia en los municipios ejerciendo actividades relacionadas con la explotación ilícita de minerales.

A la Fiscalía General de la Nación:

- Coordinar con la Fuerza pública operativos para desarticular, judicializar y capturar a los responsables de los hechos de violencia que están afectando a la población en la zona urbana y rural de los municipios.
- Apoyar en las acciones de control para las actividades de minería tales como el uso de retroexcavadoras, el funcionamiento con los debidos Títulos o concesiones mineras.
- Apoyar en las acciones de control de las actividades de minería tales como el uso de retroexcavadoras, contar con las autorizaciones para operar, así como con el respectivo Plan de Manejo Ambiental.

Adjunto se anexa información sobre los departamentos y municipios con alerta temprana vigente, los cuales han sido objeto de recomendaciones en términos de prevención a la explotación ilícita de minerales en todo el territorio nacional.

1.4.4.2.1 Conclusiones

La CIAT en cada una de las sesiones verifica la información del informe de riesgo o nota de seguimiento, y emite recomendaciones en términos de prevención a la explotación ilícita de minerales, cuando ésta es un factor determinante y pone en riesgo a la población con algún actor armado ilegal.

En las recomendaciones se hace énfasis en la articulación y coordinación entre entidades para que logren minimizar los factores de riesgos derivados de la explotación ilícita de minerales en los territorios.

En cada sesión de la CIAT se hace el seguimiento a las acciones de las entidades en términos de prevención a la explotación ilícita de minerales, y en caso de que no haya resultados alcanzados, las recomendaciones se reiteran o/y se diseñan nuevas según sea el caso frente a los factores de riesgo identificados como persistentes en la zona.

La CIAT tramita de manera inmediata a las distintas entidades requerimientos allegados por parte de la Defensoría del Pueblo que evidencien el riesgo, vulnerabilidad o amenaza de líderes (as) y/o comunidades inmersas en procesos de explotación minera en el territorio nacional (Moore, 2009).

1.4.5 Explotación ilícita de minerales en el Sistema de Parques Nacionales Naturales

Entidad responsable: Parques Nacionales Naturales de Colombia

1.4.5.1 Introducción

Los minerales son imprescindibles para la supervivencia de la especie humana, pero la manera en que se extraen y aprovechan, es decir su forma de explotación, en ocasiones inadecuada, es lo que causa impactos negativos sobre los ecosistemas donde se encuentran o incluso, en los cercanos. En este orden de ideas, es la minería como proceso de extracción o de explotación²⁸, la que causa impactos ambientales indeseables, máxime cuando no se lleva a cabo bajo planificación y

²⁸Naturaleza De La Explotación. La explotación es el conjunto de operaciones que tienen por objeto la extracción o captación de los minerales yacientes en el suelo o subsuelo del área de la concesión, su acopio, su beneficio y el cierre y abandono de los montajes y de la infraestructura. El acopio y el beneficio pueden realizarse dentro o fuera de dicha área. El beneficio de los minerales consiste en el proceso de separación, molienda, trituración, lavado, concentración y otras operaciones similares, a que se somete el mineral extraído para su posterior utilización o transformación. Artículo 95. Ley 685 de 2001.

supervisión ambiental idónea, es decir con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) debidamente aprobado y con seguimiento de autoridad ambiental competente.

La minería es según la primera acepción del diccionario “el arte de laborear las minas” (Diccionario de la lengua española, 2017), y mina es, según la misma fuente “Excavación que se hace para extraer un mineral”. En este contexto, la extracción de un mineral y el laboreo que conlleva es lo que en suma se denomina explotación minera o minería.

1.4.5.2 *Explotación Minera y gestión ambiental*

En Colombia, para explotar un yacimiento minero en el marco de la Ley, es decir con la connotación de legalidad que presupone, se requiere contar con dos (2) documentos imprescindibles: i) un título minero y ii) una licencia ambiental, en este caso una licencia ambiental global^{29 30}, ambos otorgados por entidades estatales, el primero por la Agencia Nacional de Minería (ANM) u otras instancias autorizadas como la Secretaría de Minas del departamento de Antioquia y la segunda por la autoridad ambiental competente³¹ que media como instrumento de manejo y control ambiental, previa la aprobación de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) contenido en un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Debe indicarse que, a la fecha, el título minero es requisito *sine qua non* para el otorgamiento de la licencia ambiental que corresponda, pero por el hecho de que se haya obtenido un título minero, ello no significa que se deba expedir la licencia ambiental o que el tenedor del título pueda explotar el yacimiento minero por esa sola razón. En este contexto, queda claro que hay áreas en el país aptas para la explotación minera que deben contar con los dos (2) requisitos precitados y otras, generalmente por motivos ambientales y sociales, excluibles de la minería, como es el caso de las áreas conformantes del Sistema de Parques Nacionales Naturales - SPNN-, como se detallará más adelante.

Lo expresado en el párrafo precedente se hace excluyendo o sin considerar la denominada minería artesanal, tradicional, ancestral, de sustento o de manutención, la cual no cuenta generalmente con título minero o con un PMA, por lo tanto, carece, en la mayoría de los casos, de instrumento de seguimiento de la autoridad competente. Por otro lado, ya en otros apartes de este documento se ha abordado de manera amplia la discusión y debate sobre el término minería ilegal, minería ilícita, minería no legal, Explotación ilícita de minerales, minería criminal y las connotaciones que ello conlleva por la sinonimia asociada, por lo tanto, no se ahondará sobre ese aspecto. Lo cierto es que la minería ilegal o Explotación ilícita de minerales, como opuesta a la minería legal, es aquella que se lleva a cabo donde no se debe o por la utilización de métodos inadecuados bien por razones socioeconómicas o ambientales, como es, en este el último caso, la minería en el SPNN.

Respecto de las razones ambientales, se indica que con todos los indiscutibles beneficios que han traído los minerales para el desarrollo de la humanidad, debe así mismo decirse que la minería conlleva impactos indeseables en la mayoría de los casos al medio ambiente, sea esta de arrastre o aluvial, filón, socavón o a cielo abierto, razón por la cual se le exige un PMA como instrumento de

²⁹ La licencia ambiental global para la explotación minera comprenderá la construcción, montaje, explotación, beneficio y transporte interno de los correspondientes minerales o materiales. Inciso 4 del Artículo 2.2.2.3.1.4 Decreto 1076 de 2015.

³⁰ En contraposición a algunas opiniones o conceptos que indican que la minería ilegal es aquella que carece solo de título minero. También se requiere de licencia ambiental, pues el solo título no habilita su explotación.

³¹ Son autoridades ambientales competentes las señaladas en el Artículo 2.2.2.3.1.2 del Decreto 1076 de 2015 a saber: la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-; Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible; los municipios, distritos y áreas metropolitanas cuya población urbana sea superior a un millón de habitantes; Las Autoridades Ambientales creadas mediante Ley 768 de 2002. La competencia depende de la cantidad de material aprovechado o removido durante un año. (Artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 Decreto 1076 de 2015)

control y seguimiento, lo cual, por supuesto, no impide que varios o muchos de los referidos impactos se presenten, pero a cambio son sujetos de algunas medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación, aunado a ello la identificación del causante o infractor en caso de extralimitarse en su aprovechamiento.

1.4.5.3 Actividad ilícita

No obstante, lo expuesto previamente, las áreas protegidas del SPNN en el país no han estado exentas de algunas actividades expresamente prohibidas, dentro de ellas la minería, tal y como se muestra en la Tabla siguiente, donde se relacionan las áreas protegidas con explotación ilícita de minerales y con procesos penales en curso:

Tabla 6. Áreas Protegidas del SPNN afectadas por explotación ilícita de minerales y estado del proceso.

| NRO | PARQUE NACIONAL | NOTICIA CRIMINAL | ESTADO |
|-----|-----------------|------------------|--|
| 01 | FARALLONES | 200900007 | CONDENA ECONOMICA EN INCIDENTE REPARACION - COBRO COACTIVO |
| 02 | FARALLONES | 201500072 | CONDENA Y CUMPLIMIENTO PRETENSION NO ECONÓMICA PNN EN INCIDENTE REPARACION |
| 03 | PURACE | 201600020 | INCIDENTE REPARACION |
| 04 | AMACAYACU | 201480414 | INCIDENTE REPARACION |
| 05 | PUINAWAI | 201500727 | INCIDENTE REPARACION |
| 06 | PUINAWAI | 201500034 | INCIDENTE REPARACION |
| 07 | PUINAWAI | 201500026 | EN JUICIO |
| 08 | PUINAWAI | 2015000021 | EN JUICIO |
| 09 | FARALLONES | 201802612 | INCIDENTE REPARACION |
| 10 | FARALLONES | 201801756 | JUICIO |
| 11 | FARALLONES | 201744171 | JUICIO |
| 12 | FARALLONES | 201801640 | JUICIO |
| 13 | FARALLONES | 2017000049 | INCIDENTE REPARACION |
| 14 | CAHUINARI | 201300015 | INVESTIGACION |
| 15 | PUINAWAI | 201200105 | INVESTIGACION |
| 16 | CAHUINARI | 201500214 | JUICIO |
| 17 | CAHUINARI | 201800182 | INCIDENTE DE REPARACION |
| 18 | CAHUINARI | 201800382 | INCIDENTE DE REPARACION |
| 19 | CAUINARI | 201200101 | INVESTIGACION |
| 20 | ORQUIDEAS | 201700062 | INVESTIGACION |

Fuente: Oficina de Gestión del Riesgo PNN, mayo 2019.

Estas explotaciones ilegales han causado una serie de daños, en ocasiones de incalculable determinación y valoración para su reparación o para buscar la restauración de los ecosistemas afectados.

A manera de información general, los siguientes casos dimensionan y sirven como ejemplo del problema en algunas áreas del SPNN:

- **Explotación ilícita de minerales PNN Farallones de Cali:** En el Parque Nacional Natural Farallones de Cali se ha presentado la actividad de Explotación ilícita de minerales, específicamente explotación de yacimiento aurífero de filón en el sector de la cuenca alta del río Cali (Corregimientos de Felidia, Andes y Pichindé) y explotación de yacimiento aurífero de aluvión en la (cuenca media del río Anchicayá), la cual ha causado daños ecológicos sobre ecosistemas frágiles y de gran importancia ambiental como los bosques sub andino, alto andino y páramo, con afectaciones que se extienden hacia zonas de influencia como el municipio de

Cali, debido a la contaminación de fuentes de abastecimiento de acueductos, a causa de los aportes de sedimentos y el vertimiento de sustancias como cianuro y mercurio...

... la actividad minera ilegal se extiende dentro del Parque en 676,7 hectáreas, donde han sido contabilizados hasta el momento de 421 socavones, elaborados y construidos en condiciones no técnicas y de forma artesanal y utilizados por los “mineros” para la extracción y obtención del oro...

Los sistemas ambientales más afectados por la actividad ilegal se presentan principalmente por contaminación local (mal manejo de residuos) y regional (uso indebido de sustancias tóxicas como el cianuro y el mercurio), alteración de cauces y cambio de curso de aguas superficiales, alteración de las condiciones geomorfológicas, daño y erosión de suelos, degradación de coberturas boscosas con la pérdida de diversidad genética, biológica y ecosistémica, alterando el paisaje y los diferentes hábitats de especies de flora y fauna, que en algunos casos son especies únicas”. (PNN Dirección Territorial Pacífico, memorando interno 20177580000073).

Algunos de los impactos de la explotación minera en el PNN Farallones se pueden observar en las fotografías siguientes:



Figura 9. Mosaico fotográfico. Impactos de la explotación ilícita de minerales de oro en el PNN Farallones. Fuente: Proceso por explotación ilícita de yacimiento minero. Minas del Socorro PNN Farallones.

- **Explotación ilícita de minerales Reserva Nacional Natural Puinawai:** el auge de la minería, principalmente de Oro y Tantalio (Coltán); con los cuales se ha instaurado una economía extractivista de gran arraigo para las comunidades indígenas y colonos provenientes de varias zonas del país. Sin embargo como se refleja en los informes de la Fiscalía, como los actores ilegales detrás de este fenómeno se han aprovechado de las condiciones socio-económicas y de la transculturización y pérdida de los valores culturales asociados al cuidado de la tierra por parte de estas etnias y los han empleado bajo condiciones infrahumanas, en las que han tenido que afrontar problemas como la disponibilidad de atención médica, insalubridad de sitios de trabajo, disponibilidad alimentaria y saneamiento básico, condiciones laborales, baja o nula remuneración y participación en actividades delictivas que atentan sobre el Medio Ambiente.

La intensidad con la que se lleva a cabo esta actividad refleja la amplia variedad de impactos ambientales registrados sobre el agua, suelo, fauna, flora y sobre el recurso paisajístico de una zona considerada como una de las áreas protegidas más grandes de Colombia y con una alta biodiversidad y que presenta altos niveles de endemismo. Estos impactos se materializan sobre una zona de carácter focal o puntual respecto del área protegida, pero se desarrolla sobre una zona crítica de un afluente importante para la estrella hídrica del oriente Amazónico. Los efectos de estos impactos se registran de manera directa e inmediata, con el vertimiento de sustancias de alta toxicidad como el Mercurio (Hg) y Aluminio (Al), que generan condiciones desfavorables para la biota (flora y fauna que desarrollan sus ciclos de vida a partir de este recurso hídrico...) (Informe de valoración de afectación ambiental. GTEA 2015).

Las siguientes fotografías muestran los impactos ambientales causados en la RNN Puinawai:





Figura 10. Mosaico fotográfico. Impactos de la explotación ilícita de minerales de coltán y oro en la RNN Puinawai.
Fuente: Proceso de Explotación ilícita de minerales en RNN Puinawai.

1.5 REGIONES CON ACTIVIDAD MINERA

Entidad responsable: Propuesta Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbano.

La actividad minera se ha incrementado en el territorio colombiano en los últimos años, especialmente con la extracción de carbón, oro, plata y minerales industriales, con crecimientos del 95% para el carbón, el 156% para el oro y el 232% para la plata, entre los años 2001 y 2011, aumentando la participación del sector en el producto interno bruto (PIB) del país y por lo tanto en las regalías asociadas. Así el avance en el sector minero ha tenido importantes cifras en el desarrollo económico, pero compitiendo con otras actividades productivas y con la conservación ambiental en los territorios (Ibáñez y Laverde, 2014).

Los contrastes de la actividad con el desarrollo económico y social de las regiones son contradictorios en muchos casos, y se destacan algunos municipios con mayor intervención de la actividad minera y la Explotación ilícita de minerales. Como se resume en la siguiente tabla la mayoría de departamentos tienen extracción de minerales o metales, destacándose en producción algunos departamentos como los principales destinados a exportación como Choco, Antioquia, La Guajira, y Córdoba (CGR, 2014; ANM, 2015):

Tabla 7 Principales departamentos con actividad minera

| Departamento | | Mineral o metal extraído |
|--------------|--------------|--|
| 1 | Chocó | Platino, Oro y plata, Cobre |
| 2 | Antioquia | Platino, Oro y plata, Carbón |
| 3 | Córdoba | Platino, Oro y plata, Carbón |
| 4 | Bolívar | Oro y plata |
| 5 | Cesar | Carbón |
| 6 | La Guajira | Carbón |
| 7 | Boyacá | Roca fosfórica, Hierro, Esmeraldas, Carbón, materiales de construcción |
| 8 | Cundinamarca | Hierro, Esmeraldas, Carbón, materiales de construcción |
| 9 | Santander | Oro y plata, Carbón |

| Departamento | | Mineral o metal extraído |
|--------------|--------------------|------------------------------|
| 10 | Norte de Santander | Roca fosfórica, Carbón |
| 11 | Nariño | Platino, Oro y plata |
| 12 | Cauca | Platino, Oro y plata, Hierro |
| 13 | Valle del Cauca | Platino, Oro y plata, Carbón |
| 14 | Putumayo | Oro y plata |
| 15 | Huila | Roca fosfórica, Oro y plata |
| 16 | Caldas | Platino, Oro y plata |
| 17 | Risaralda | Platino, Oro y plata |
| 18 | Quindío | Oro y plata |
| 19 | Tolima | Oro y plata, Cobre |
| 20 | Guainía | Platino, Oro y plata |

Fuente: (CGR, 2014; ANM, 2015).

1.6 ECOSISTEMAS DEL TERRITORIO COLOMBIANO

Entidad responsable: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt

En el presente documento y sus respectivos anexos, se desarrolla una aproximación exclusivamente ecosistémica, a la definición de unidades de análisis para la evaluación del impacto de la actividad minera en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

El desarrollo a nivel de Biomas, considerando la biodiversidad colombiana, podría resultar excesivamente general para el interés del ejercicio planteado por la sentencia de la sala sexta de la corte constitucional, en su sentencia T445 de 2016, en el que se plantean “construir una investigación científica y sociológica en el cual se identifiquen y se precisen las conclusiones gubernamentales respecto a los impactos de la actividad minera en los ecosistemas del territorio Colombiano”. No obstante, se propone esta aproximación cartográfica, en escala de 1:100.000, en la medida que el mapa de ecosistemas colombianos plantea al menos 26 tipos de ecosistemas en la perspectiva “Ecosistemas Sintéticos”; 86 tipos más particulares desde la perspectiva de “Ecosistemas Generales” y 9.754 tipos de Unidades sintéticas ecosistémicas, que implicaría un número de Unidades exageradamente grande y no todas con contenido ecológico suficiente.

Por otra parte, las Unidades que se proponen generan suficientes niveles de consistencia con las evaluaciones globales, continentales y nacionales que se están desarrollando desde la plataforma Intergubernamental para la Biodiversidad y los servicios ecosistémicos (IPBES), lo que permite alguna comparabilidad, a pesar de que algunas de ellas se presenten repetidas o integradas.

Sin embargo, plantear más unidades ecosistémicas, puede resultar engorroso cuando se incorporen otras variables como las sociales y económicas propias de la actividad minera, en tanto el número de entidades se exponenciarán bajo las permutaciones de las respectivas variables.

El insumo es el mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos colombianos (2017), que puede servir como marco de referencia para los autores en el momento de discutir el alcance de su evaluación, que, aunque no pretende ser exhaustivo, permite dar un contexto para entender el espacio geofísico de la evaluación pero que está a consideración de los autores la inclusión de otras variables propias del sector en evaluación.

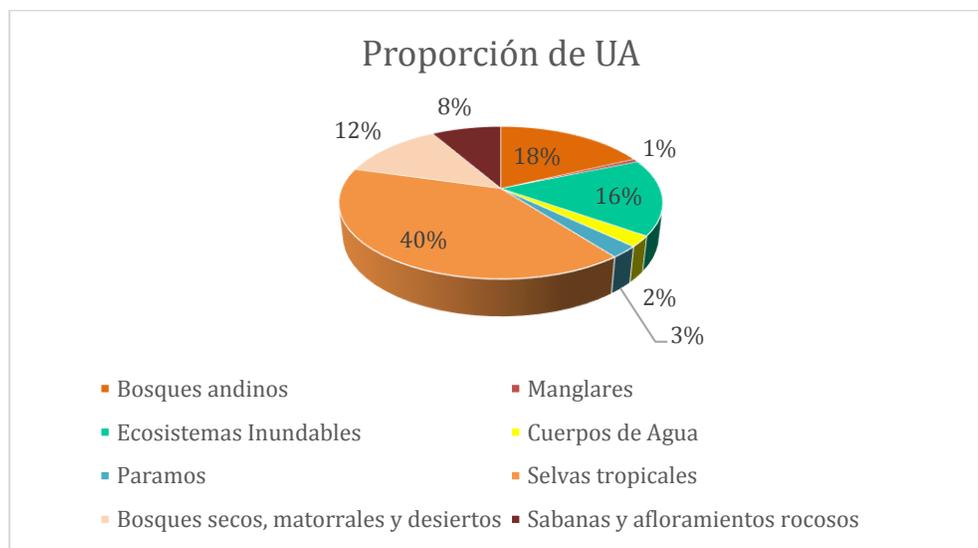
Así las cosas, se proponen 8 tipos de Biomas, como unidades de análisis ecosistémico, tal como se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Unidades de Análisis ecosistémicas para el territorio colombiano.

| Unidades de Análisis ecosistémicas | Extensión (ha) | Transformado | Grado de transformación | Proporción |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-------------|
| Bosques andinos | 20.446.632 | 12.870.120 | 63% | 18% |
| Manglares | 746.820 | 161.536 | 22% | 1% |
| Ecosistemas Inundables | 18.435.248 | 4.325.664 | 23% | 16% |
| Humedales permanentes | 2.597.944 | 67.104 | 3% | 2% |
| Paramos | 2.848.472 | 442.820 | 16% | 3% |
| Selvas tropicales | 45.363.420 | 8.579.832 | 19% | 40% |
| Bosques secos, matorrales y desiertos | 13.997.336 | 10.473.600 | 75% | 12% |
| Sabanas y afloramientos rocosos | 9.476.824 | 91.920 | 1% | 8% |
| Total general | 113.912.696 | 37.012.596 | 32% | 100% |

Fuente: Construcción IAVH.

Con las proporciones presentadas en la siguiente gráfica, donde hay un alto predominio de Selvas tropicales (40% del territorio emergido nacional), con niveles intermedios pero significativos de transformación (19%). En sentido contrario, los humedales permanentes, los manglares y los páramos, entre todos, apenas constituyen el 5% del área a ser evaluada.

**Figura 11.** Proporción de Unidades de análisis de ecosistemas.

Otras Unidades, tales como los Bosques Andinos y los ecosistemas con déficit hídrico, tienen las más altas tasas de transformación, con 63% y 75%, respectivamente, como se muestra en la siguiente gráfica.

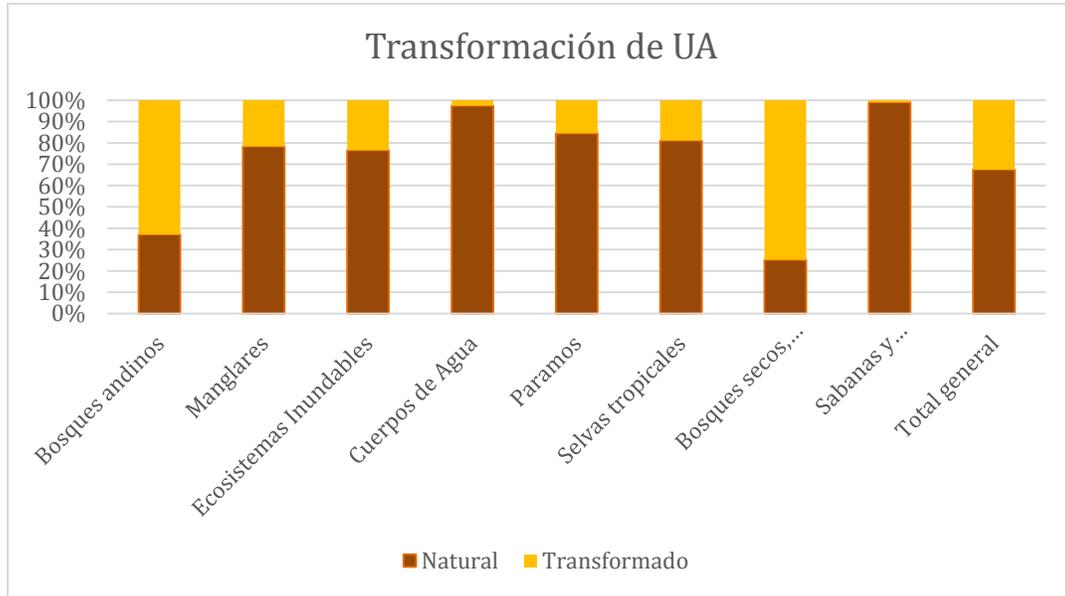


Figura 12. Transformación de acuerdo con unidades de análisis de ecosistemas.

En las siguientes páginas se desarrollan cada una de las Unidades con mayores énfasis y particularidades.

1.6.1 Bosques andinos

1.6.1.1 Definición

Esta categoría agrupa los ecosistemas predominantemente boscosos andinos (subandino y andino) así como las formaciones boscosas de las Serranías del Baudó, Macuira, San Lucas, Sierra de la Macarena y la Sierra Nevada de Santa Marta. Asume el concepto de Bosque de Ideam - Redd en donde es definido como "tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30% y una altura mínima del dosel (in situ) de 5 m.

1.6.1.2 Notas respecto a la identificación y clasificación

Esta identificación si bien se generaliza bajo el supuesto que es un conjunto de ecosistemas predominantemente boscosos, es necesario considerar que a su interior pueden darse condiciones específicas que determinen un tipo de ecosistema no boscoso, como algunos enclaves subxerofíticos y otros sistemas azonales en los altiplanos, entre otros. Esta unidad excluye el bioma páramo por cuanto fueron incluidos en otra unidad de análisis, considerando sus particularidades no solo ecosistémicas sino por la reglamentación vigente en cuanto a desarrollo de actividades mineras.

1.6.1.3 Estado y Tendencias de transformación

De acuerdo con Rodríguez et al 2007, los ecosistemas naturales de la región andina representaban un 44% para 1985 y un 38% a 2005, presentándose además una tendencia al aumento de la fragmentación (representada en un mayor número de áreas boscosas, pero con un menor tamaño en promedio. De acuerdo con Galindo et al, 2014, para el año 2013 la cobertura boscosa en la región andina habría descendido a un 34%. Los bosques Andinos son la segunda Unidad de análisis en cuanto a extensión (18%), después de las selvas tropicales (40%), pero así mismo es la segunda en cuanto a sus niveles de transformación (63%).

1.6.1.4 Referencias relacionadas

Armenteras D. y N. Rodríguez (Eds), 2007. Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas. Instituto de Investigación en recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia, 174 p.

Galindo G., Espejo O. J., Ramírez J.P., Forero C., Valbuena C.A., Rubiano J. C., Lozano R.H., Vargas K.M., Palacios A., Palacios S., Franco C.A., Granados E.I., Vergara L. K. y Cabrera E., 2014. Memoria técnica de la Cuantificación de la superficie de bosque natural y deforestación a nivel nacional. Actualización Periodo 2012 – 2013. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 56 pp.

1.6.2 Páramos

1.6.2.1 Definición

El término páramo y Alta Montaña se refiere al espacio geográfico cuyos relieves montañosos fueron moldeados por la acción del frío actual o reciente en términos geológicos. Esto le confiere propiedades particulares de adaptación y evolución de los ecosistemas naturales en relación a sus características edafológicas, composición biótica y al funcionamiento del ciclo hidrológico. Incluye también áreas glaciares y periglaciares.

1.6.2.2 *Notas respecto a la clasificación e identificación*

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam (2010) considera que el actual piso bioclimático alto andino fue un espacio que durante el último periodo glacial hacía parte del desierto de montaña alta, en donde imperaban los procesos crionivales y de escurrimiento difuso. De esta manera Ideam (2010) adopta como criterio dominante aquel que se refiere a los espacios donde funcionan o funcionaron en el pasado (la última glaciación), los procesos morfogénicos crionivales aproximadamente en la cota 2700 msnm. Esta altitud es actualmente equivalente al límite inferior del piso morfogénico de periglacial heredado y que, dado que considera condiciones climáticas del pasado, no concuerda con exactitud con un piso bioclimático determinado. El Mapa Nacional de Ecosistemas (Esc. 1:500.000) registra un total de 4'341.113 ha pertenecientes al orobioma alto-andino (Ideam et al. 2007) por lo cual se considera una aproximación similar. Esta definición se considera conveniente en términos de gestión y conectividad, sin embargo, dadas las limitaciones legales imperantes para la Minería, se usó al concepto páramo exclusivamente con el objeto de que sea discutido y analizado por los autores.

1.6.2.3 *Estado y tendencia de transformación*

La expansión de actividades antrópicas ha transformado una parte significativa de los ecosistemas de páramo. El avance de estas actividades habría causado ya pérdidas considerables de la biodiversidad (en particular de especies endémicas) y los servicios ecosistémicos (Cadena y Sarmiento 2015). 15% (equivalentes a 550 Km²) de la vegetación nativa de los 36 complejos de páramo del país ha sido reemplazada por otro tipo de coberturas de la tierra, principalmente por pastos y cultivos, con 226 Km². La introducción de especies exóticas, específicamente, cultivos forestales alcanza ya los 30 Km². La unidad de análisis es la tercera más pequeña de las Unidades de análisis continentales (3%), solo superior a los manglares (1%) y los cuerpos de agua (2%) y aunque también es la tercera con menor transformación, (16%).

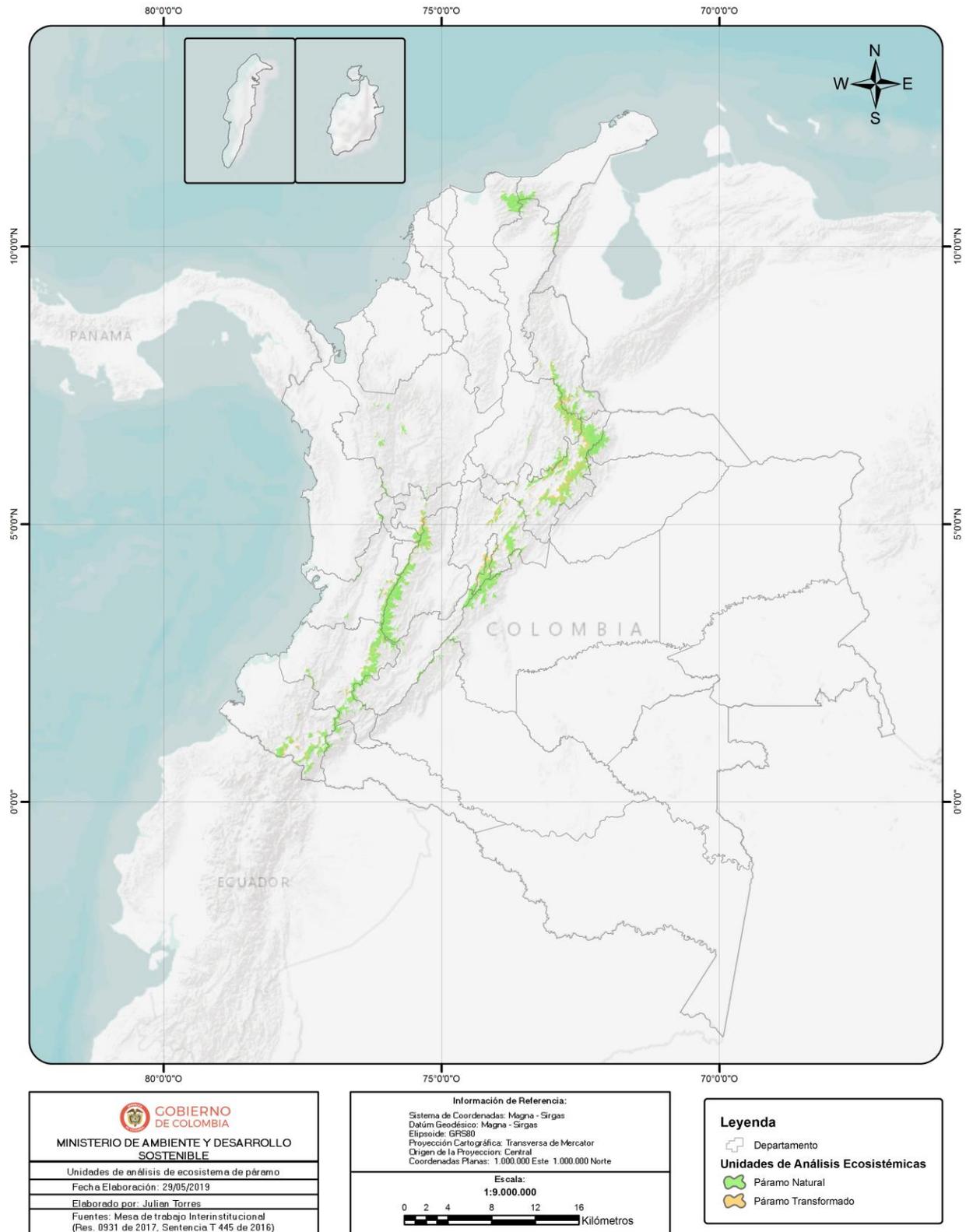


Figura 13. Unidad de análisis de ecosistemas: Páramo.

1.6.2.4 **Referencias relacionadas**

Ideam - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2010. Sistemas Morfogénicos del Territorio Colombiano. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Ideam. Bogotá, 252 p.

Sarmiento, C., C. Cadena, M. Sarmiento, J. Zapata y O. León. 2013. Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

1.6.3 **Bosques riparios y ecosistemas inundables**

1.6.3.1 **Definición**

Los Bosques riparios y ecosistemas inundables corresponden a diferentes tipos de ecosistemas que, debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, permite la acumulación de agua temporal y que da a lugar a un suelo hidromórficos y organismos adaptados a estas condiciones como por ejemplo la vegetación hidrofítica (Adaptado de Jaramillo et al, 2015). La Unidad de análisis corresponde los Helobiomos, es decir vegetación sometida a periodos de inundación.

1.6.3.2 **Notas respecto a la identificación y clasificación**

Esta unidad de análisis agrupa las categorías de humedales temporales y otras áreas con características cercanas a la definición de humedal (potencial medio). Respecto a las equivalencias con las unidades de análisis de IPBES se presenta una dificultad en la medida que en dicha clasificación los cuerpos de agua permanentes se consideran una unidad distinta de los humedales (que allí solo consideran turberas y pantanos). Para este caso se usó la clasificación de helobiomos del Mapa Nacional de ecosistemas 2017.

1.6.3.3 **Estado y tendencias de transformación**

De acuerdo con Patiño *et al.*, 2015, el 24% de las zonas identificadas como humedal, ha sufrido cambios causados por usos antrópicos. Estas transformaciones reflejadas en las coberturas denotan un cambio en el ecosistema, conclusión sustentada por el análisis de imágenes satelitales. Actualmente, la mayor parte de las áreas de humedal están siendo utilizadas principalmente para ganadería y agricultura o han sido deforestadas para la ampliación de la frontera agropecuaria. La minería, la urbanización, la construcción de obras civiles, la degradación de tierras y los incendios forestales también aparecen, en menor medida, como actividades que tienen lugar en estas zonas. En Colombia, este análisis evidencia a la ganadería como la principal actividad sobre áreas de humedal temporal, con 4.000.000 Ha usadas para la misma. Aquí se definieron las áreas de helobiomos del mapa de ecosistemas, siendo la tercera de las mayores proporciones del territorio continental nacional (16%), pero también con la tercera tasa de transformación (23%).

1.6.3.4 **Referencias relacionadas**

Carlos Flórez, Lina Estupiñán-Suárez, Sergio Rojas, César Aponte, Marcela Quiñones, Oscar Acevedo, Úrsula Jaramillo 2015. Mapa de Humedales Continentales de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Fondo de Adaptación.

Jorge E. Patiño, Lina M. Estupiñán Suárez y Úrsula Jaramillo. Humedales y actividades antropogénicas. Ficha 205. En Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

1.6.4 Selvas tropicales

1.6.4.1 Definición

Esta unidad se refiere al conjunto de ecosistemas zonales (zonobiomas), cuya característica predominante es la presencia (actual y potencial) de áreas boscosas (dosel superior a 5m, según definición de la FAO). Para Ideam - Redd Bosque es definido como "tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas".

1.6.4.2 Notas respecto a la identificación y clasificación

Esta unidad de análisis integra las áreas cubiertas bajo los biomas cuya cobertura originaria predominante estaría compuesta por bosques tropicales densos. Incluye los zonobiomas de la Amazonía, Orinoquía, Catatumbo, Pacífico y cuenca del Magdalena - Cauca. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales (coníferas y/o latifoliadas)". Se excluyen también los bosques en ambientes montañosos andinos (orobiomas), los cuales se incluyeron en la unidad de análisis 1- Bosque Andino). Es el área de mayor extensión en el territorio continental nacional (40%), y con enormes particularidades regionales en cuanto a su composición, estructura y función, por lo cual se ha considerado la opción de que estas diferencias ecológicas sean presentadas, para esta evaluación, de acuerdo a sus connotaciones Biogeográficas a nivel de provincias (Amazonia, Guyana, Orinoquia, Choco-Magdalena). Así mismo existen particularidades socioecosistémicas, que podrían ser consideradas por los expertos.

1.6.4.3 Estado y Tendencia de transformación

De manera general, la superficie de bosque natural en Colombia con respecto a la superficie total del país ha venido disminuyendo de manera gradual desde 1990 con valores correspondientes a 56.4% en 1990, hasta 53% en 2010 y más recientemente y como se mencionó a 51.6% en 2014. El 66.7% de la superficie cubierta por bosque en Colombia se encuentra en la región Amazónica, siendo también significativa la presencia de esta cobertura en las regiones Andina y Pacífico, representando el 17.8% y 8.9% del total nacional, respectivamente (Galindo et al, 2014). Las tasas de deforestación reportadas por Ideam se concentran principalmente en este tipo de ecosistemas. Los motores de transformación son principalmente la deforestación con fines de expansión de la frontera agrícola y el acaparamiento de tierras. En áreas localizadas del Pacífico se han detectado núcleos de deforestación asociados a Explotación ilícita de minerales (cuenca del río Atrato y del río Quito específicamente).

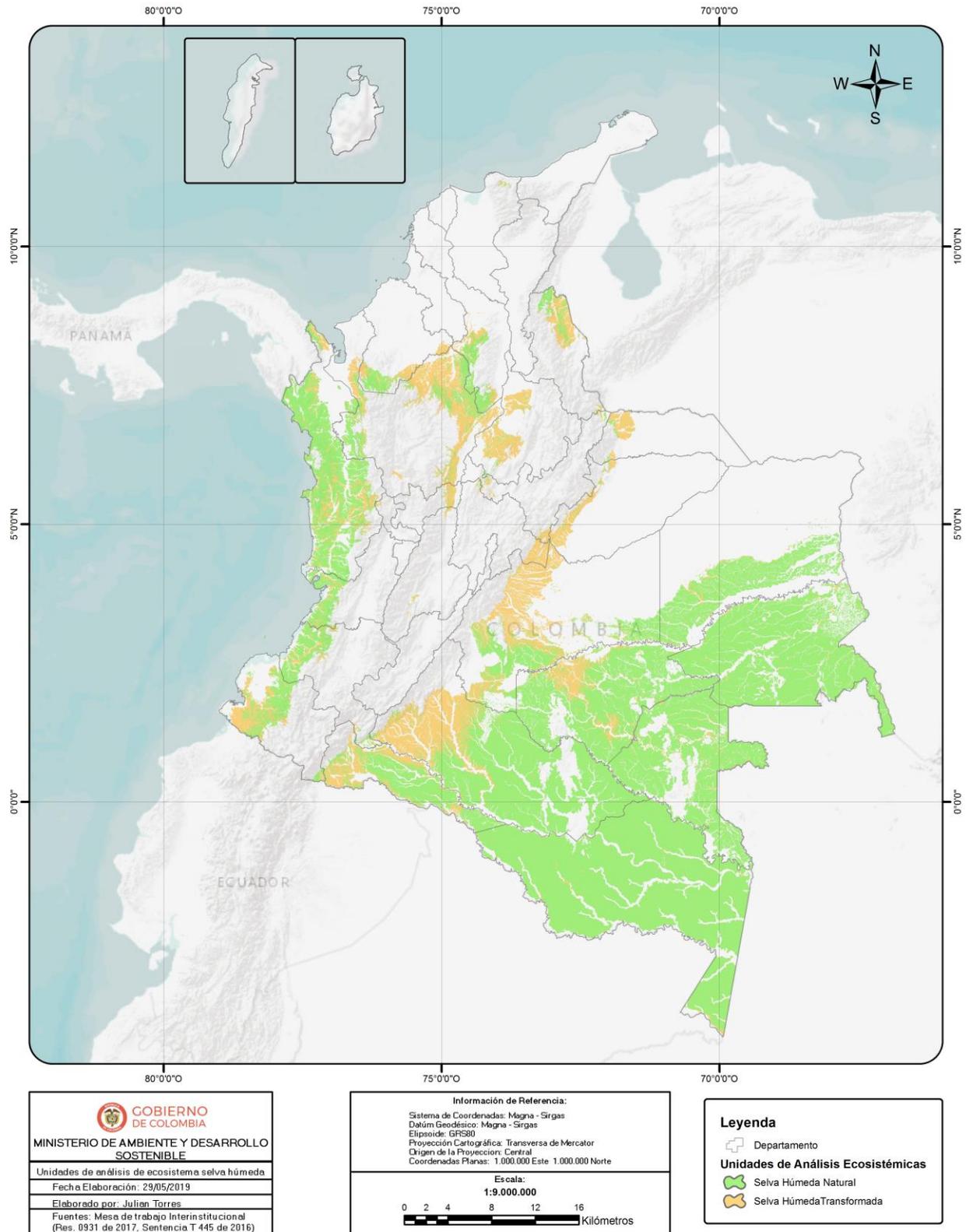


Figura 14. Unidad de análisis de ecosistemas: Selva tropical.

1.6.4.4 *Referencias relacionadas*

IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA. 2008. Mapa de Cobertura de la Tierra Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río Grande de La Magdalena. Bogotá, D.C., 200p. + 164 hojas cartográficas

Galindo G., Espejo O. J., Ramírez J.P., Forero C., Valbuena C.A., Rubiano J. C., Lozano R.H., 2014. Memoria técnica de la Cuantificación de la superficie de bosque natural y deforestación a nivel nacional. Actualización Periodo 2012 – 2013. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 56 pp.

1.6.5 *Sabanas y afloramientos rocosos*

1.6.5.1 *Definición*

De acuerdo con Hernández, s.f., los Peinobios son ecosistemas que se han desarrollado en condiciones de escasez de nutrientes en los suelos. Esta unidad de análisis está conformada por los diferentes tipos de ecosistemas agrupados bajo el Peinobio de la Orinoquía. Por su parte los afloramientos rocosos están constituidos por los litobios de la Amazonia y se corresponden con suelos desnudos, por el afloramiento de la roca madre.

1.6.5.2 *Notas respecto a la identificación y clasificación*

Se encuentra principalmente en las zonas planas y disectadas del oriente del Meta y el Vichada. Al sur del río Meta esta unidad se presenta de manera discontinua: las sabanas del Yará y Villa Julia y la Serranía de La Lindosa en el departamento del Guaviare, en la zona centro del departamento del Guainía (Serranía de Nauquén y Puerto Colombia), así como en la zona sur oriental del departamento del Vichada SINCHI s.f.). La categoría Peinobio de Amazonia y Orinoquía alcanza a abarcar sectores de Casanare y Arauca sobre el margen nor-occidental del río Meta, También lo componen los litobios principalmente en la serranía de Chiribiquete en Caquetá y Vaupés.

1.6.5.3 *Estado y Tendencias de transformación*

Esta unidad presenta marcadas diferencias desde un punto de vista geográfico en cuanto los procesos y motores de transformación. Al occidente (departamento del Meta principalmente) esta unidad ha presentado un aumento en la superficie dedicada a cultivos agroindustriales, principalmente palma africana, cultivos forestales (teca, pino) y cultivos de cereales. De acuerdo con el análisis multitemporal de cobertura de la tierra, estos sistemas se han expandido sobre áreas previamente dedicadas a ganadería extensiva más que sobre sistemas naturales. Las actividades de extracción legal o ilegal de minerales se presentan hacia el oriente de los departamentos de Vichada y Guainía, sin que se tengan datos consolidados sobre su magnitud o persistencia. Con casi 10 Millones de ha (8%), es la 4ta unidad de análisis, más pequeña, pero es la que tiene menor nivel de intervención (1%).

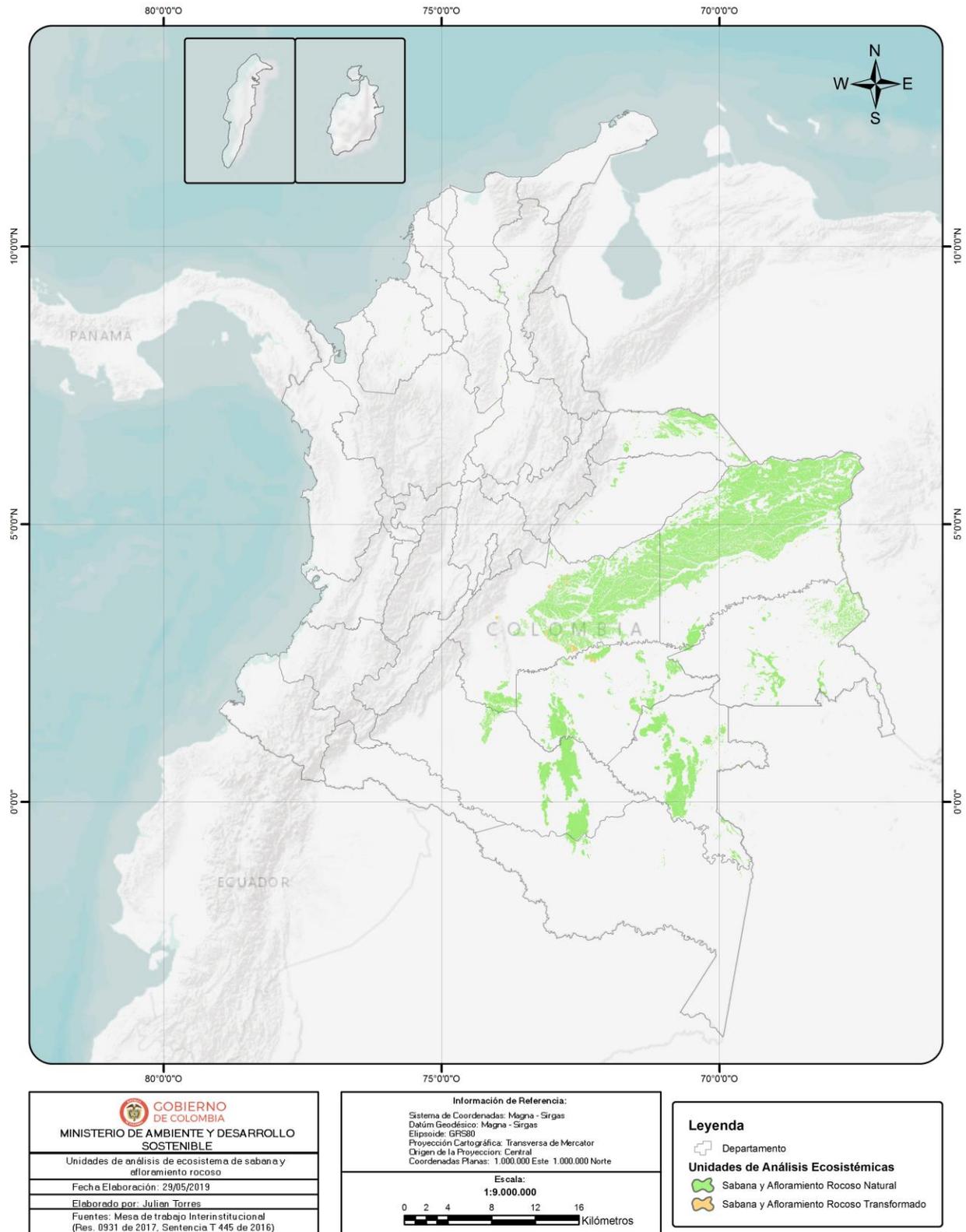


Figura 15. Unidad de análisis de ecosistemas: Sabana y afloramientos rocosos.

1.6.5.4 *Referencias relacionadas*

SINCHI, s.f. Sistema de información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana - SIACTAC. Último acceso, julio de 2017.

IDEAM, I. HUMBOLDT, SINCHI, IIAP, INVEMAR, 2007. Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos.

1.6.6 **Bosques secos, matorrales xerofíticos y desiertos**

1.6.6.1 *Definición*

Esta unidad agrupa todos aquellos tipos de bioma que de acuerdo con Hernandez, s.f. presentan respuestas al déficit estacional o permanente de humedad. Incluye los zonobiomas alternohigrícos, subxerofíticos y las zonas secas y desérticas del Caribe y La Guajira. Específicamente el bosque seco tropical (BST) es propio en tierras bajas y se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad de lluvias marcada por una época seca (<100 mm) de 4 a 6 meses al año. En Colombia se encuentra en seis regiones: el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región NorAndina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y Vichada en los Llanos (Pizano y García, 2014).

1.6.6.2 *Notas respecto a la identificación y clasificación*

Esta unidad de análisis integra todas las áreas cubiertas bajo los biomas cuya cobertura originaria predominante estaría compuesta por bosques secos tropicales y vegetación subxerofítica. Incluye los orobiomas azonales mencionados arriba y el cinturón árido pericaribeño. En esta unidad se considera tanto el área definida por los tipos de biomas asociados, como las extensiones de bosque seco tropical identificadas por el I. Humboldt (Pizano y García, 2014).

1.6.6.3 *Estado y Tendencia de transformación*

De acuerdo con García et al, 2004, el Bs-T es uno de los ecosistemas más amenazados del país. Se estima que hoy en día queda menos del 3% de la cobertura natural, la cual se cree que pudo haber alcanzado 8 millones de ha de acuerdo con Espinel y Montenegro (1977) y Hernández et al (1992). Se estima también que un 50% del área originalmente cubierta por este tipo de ecosistema se encuentra bajo un proceso de degradación al punto de desertificación, cuyas fuentes son numerosas, como la deforestación para la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, la tala ilegal y la minería. La unidad de Análisis completa (incluyendo matorrales xerofíticos y desiertos), es la cuarta en extensión continental Nacional (casi 14 millones de has), con el 12%, sin embargo, es la primera en grado de transformación 75%. Eventualmente pueden ser diferenciados los territorios del cinturón árido pericaribeño de los valles interandinos.

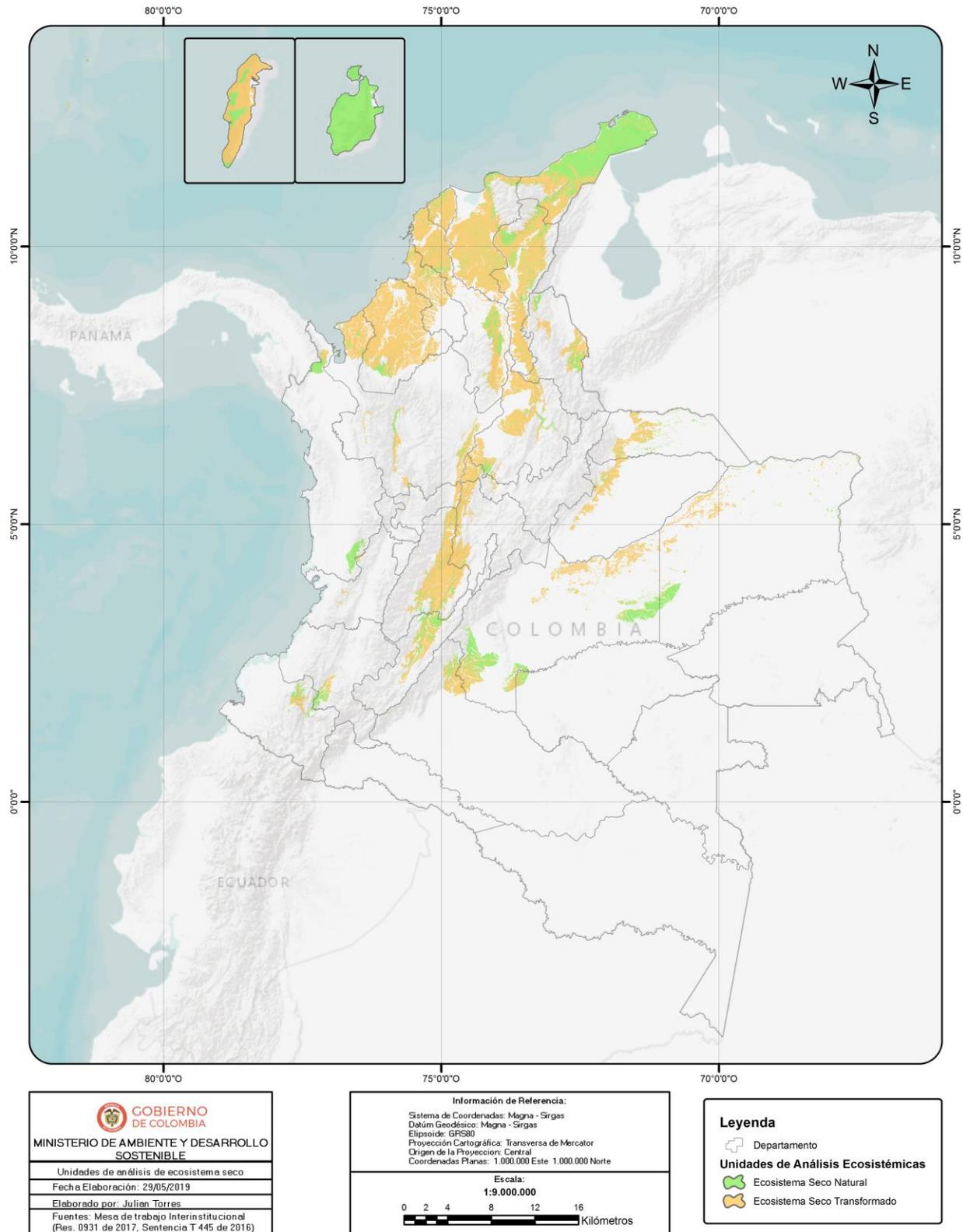


Figura 16. Unidad de análisis de ecosistemas: Bosques secos, matorrales xerófilos y desiertos.

1.6.6.4 **Referencias relacionadas**

Pizano C., y H. Garcia (Eds). El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de Investigación en recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

1.6.7 **Humedales permanentes**

1.6.7.1 **Definición**

Los humedales permanentes corresponden a diferentes tipos de ecosistemas que, debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas, permite la acumulación de agua (temporal o permanente) y que da a lugar a un suelo hidromórficos y organismos adaptados a estas condiciones como por ejemplo la vegetación hidrofítica (Adaptado de Jaramillo et al, 2015). La Unidad de análisis corresponde los Hidrobiomas, es decir cuerpos de agua propiamente dichos, con tendencia a la permanencia.

1.6.7.2 **Notas respecto a la identificación y clasificación:**

Esta unidad de análisis agrupa las categorías de Humedal permanente los cuales se asocian a áreas donde la presencia de agua es constante, esta categoría se puede discriminar en dos categorías gracias a la información de radar 1) abiertos, donde no hay presencia de árboles y 2) bajo dosel, donde la lámina de agua es cubierta por vegetación arbórea, y humedales temporales y otras áreas con características cercanas a la definición de humedal (potencial medio). Respecto a las equivalencias con las unidades de análisis de IPBES se presenta una dificultad en la medida que en dicha clasificación los cuerpos de agua permanentes se consideran una unidad distinta de los humedales (que allí solo consideran turberas y pantanos).

1.6.7.3 **Estado y tendencias de transformación**

De acuerdo con Patiño et al, 2015, el 24% de las zonas identificadas como humedal, ha sufrido cambios causados por usos antrópicos. Estas transformaciones reflejadas en las coberturas denotan un cambio en el ecosistema, conclusión sustentada por el análisis de imágenes satelitales. Actualmente, la mayor parte de las áreas de humedal están siendo utilizadas principalmente para ganadería y agricultura o han sido deforestadas para la ampliación de la frontera agropecuaria. La minería, la urbanización, la construcción de obras civiles también aparecen, en menor medida, como actividades que tienen lugar en estas zonas. En Colombia, este análisis evidencia a la ganadería como la principal actividad sobre áreas de humedal, con 4.000.000 ha usadas para la misma. Aquí se definieron las áreas de espejo de Agua del mapa de ecosistemas o hidrobiomas, con una de las menores proporciones del territorio continental nacional (2%), pero también con una de las más bajas tasas de transformación (3%).

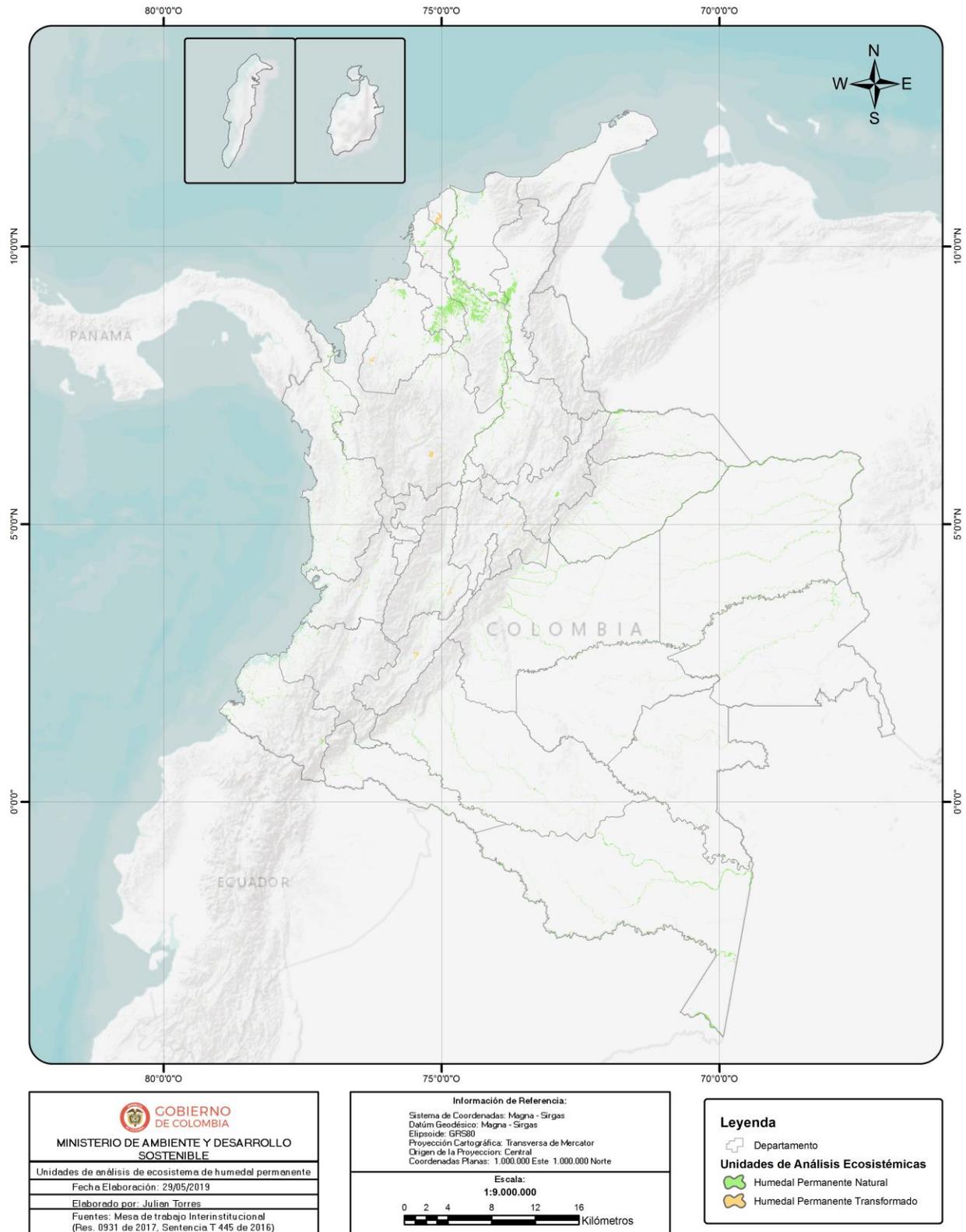


Figura 17. Unidad de análisis de ecosistemas: Humedales permanentes.

1.6.7.4 Referencias relacionadas

Carlos Flórez, Lina Estupiñán-Suárez, Sergio Rojas, César Aponte, Marcela Quiñones, Oscar Acevedo, Úrsula Jaramillo 2015. Mapa de Humedales Continentales de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt y Fondo de Adaptación.

Jorge E. Patiño, Lina M. Estupiñán Suárez y Úrsula Jaramillo. Humedales y actividades antropogénicas. Ficha 205. En Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (Eds.). Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

REFERENCIAS

- ABCOLOMBIA. (2012). *Regalándolo todo: Las consecuencias de una política minera no sostenible en Colombia.* . Londres: ABCOLOMBIA.
- ACM. (2016). *Informe estadístico minero, Regalías mineras.* . Obtenido de Asociación Colombiana de Minería: <https://www.anm.gov.co>
- ACM. (2016b). *Colombia Mining Vision By 2025.* Bogotá, Colombia: ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE MINERÍA-NORTON ROSE FULBRIGHT.
- Acosta, D. (2016). *Impactos ambientales de la minería de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de Samacá (Boyacá) según reportes ASIS 2005 - 2011.* (U. D. Caldas, Ed.) Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Agudelo, C., Quiroz, L., García, J., Robledo, R., & García, C. (2016). Evaluación de condiciones ambientales: aire, agua y suelos en áreas de actividad minera en Boyacá, Colombia. *Revista Salud Pública, 18*(1), 50-60.
- Agudelo-Calderón, C., García-Ubaque, J., Robledo-Martínez, R., García-Ubaque, C., & Quiroz-Arcenales, L. (2016). Evaluación de condiciones ambientales: aire, agua y suelos en áreas de actividad minera en Boyacá, Colombia. *Revista de Salud Pública, 18*(1),50-60.
- Alhamed, M., & Wohnlich, S. (2014). Environmental impact of the abandoned coal mines on the surface water and the groundwater quality in the south of Bochum, Germany. *Environmental Earth Sciences, 72*(9), 3251–3267.
- Almanya, S. (2010). *Transformación de sólidos provenientes de lodos generados en el sistema de alcantarillado de Bogotá mediado lombriz roja californiana (Esenia foetida).* Bogotá: Universidad del Bosque.
- Alonso, D., Latorre, S., Castillo, E., & Brandao, P. (2014). Environmental occurrence of arsenic in Colombia: a review. *Environmental Pollution, 186*, 272-281.
- ANLA. (2017). *Respuesta a oficio Radicado 2017-080658-1-000 del 28 de septiembre de 2017. Expediente LAV0059-00-2017.* Bogotá: ANLA, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Antón-Sanchez, J. H. (2004). *Condoto: Crónicas y leyenda.* Santiago de Cali, Colombia: Artes Gráficas del Valle Ltda.-Natyith Quintana-Fundación "Las Mojarras".
- Arango-Aramburo, M., & Olaya, Y. (2012). Problemática de los pasivos ambientales mineros en Colombia. *Gestión y Ambiente, Vol. 15, Núm. 3.*, p. 125-133.
- Argumedo, M., Vergara, C., Vidal, J., & Marrugo, J. (2015). Evaluación de la concentración de mercurio en arroz (*Orzya sativa*) crudo y cocido procedente del municipio de San Marcos - Sucre y zona aurífera del municipio de Ayapel Córdoba. *Revista Universidad Industrial de Santander. Salud, 47*(Nº 2), 169-177.

- Argumendo, M., Consuegra, A., Vidal, J., & Marrugo, J. (2013). Exposición a mercurio en habitantes del municipio de San Marcos (Departamento de Sucre) debida a la ingesta de arroz (*Orzya sativa*) contaminado. *Salud Pública*(15 (6)), 903-915.
- Armenteras, D., Cabrera, E., Rodríguez, N., & Retana, J. (2013). National and regional determinants of tropical deforestation in Colombia. *Reg Environ Change* 13: 1181. doi:<https://doi.org/10.1007/s10113-013-0433-7>
- Arranz González, J. C., & Alberruche del Campo, E. (2008). *Minería, medio ambiente y territorio. Monografías del Máster Internacional “Aprovechamiento sostenible de los recursos minerales”*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Arroyave-Álzate, S. (2011). Las políticas públicas en Colombia. Insuficiencias y desafíos. . *Revista FORUM Nro. 1 enero – julio de 2011*.
- Arroyave-Alzate, S. (2011). Las políticas públicas en Colombia. Insuficiencias y desafíos. . *Revista FORUM Nro. 1 enero – julio de 2011* .
- ASOCARS. (2018). *Gestión de las CAR: Percepción y realidad*. . Bogotá: ASOCARS.
- Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos. (2010). *Pasivos ambientales mineros. Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas*. Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos. Obtenido de http://www.asgmi.org/wp-content/uploads/2013/02/Manual_Inventario_PAM_Completo.pdf
- Ayala, H. (2016). *Impactos socio ambientales generados por distintas tecnologías y sistema de explotación minera en el Distrito minero de San Juan, Chocó, Colombia*. Chocó, Colombia: Tesis de Maestría. Universidad de Antioquía-Corporación Académica Ambiental, Universidad Tecnológica del Chocó.
- Ayala-Mosquera, H. (2007). Análisis de la incidencia de la minería artesanal en pequeña escala en la sostenibilidad socio económica de las familias mineras en territorios colectivos de comunidades negras del Alto San Juan, en el municipio de Tadó. En I. d. Pacifico-IIAP, *Aplicación de la Metodología Investigación Acción-Participación, Estudios de caso, estación ambiental de Tutunendo, seguridad alimentaria; estación ambiental Alto San Juan, minería; Consejo Comunitario Los Riscales, pesca*. (págs. 121-127). Quibdó: Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico-IIAP: Proyecto Daupará. Convenio IIAP-Embajada de los Países Bajos.
- Báez, L., & Trujillo, F. (2014). *Biodiversidad en Cerrejón*. Bogotá, Colombia: Carbones de Cerrejón, Fundación Omacha, Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez.
- Bai, Z., Dent, D., Olsson, L., & Schaepman, M. E. (2008). Proxy global assessment of land degradation. *British Society of soils sciences*.
- Banco de la República de Colombia. (27 de marzo de 2018). *Banco de la República de Colombia*. Obtenido de Apertura económica: http://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Apertura_econ%C3%B3mica
- Banco Mundial. (1996). *Estrategia minera para América Latina y El Caribe. Documento técnico del Banco Mundial*. Documento técnico del Banco Mundial, No. 345.

- Baptiste, M., & Cárdenas-Toro, J. (2015). Bases, conceptos y referentes actuales sobre las invasiones biológicas. En J. Cárdenas-Toro, M. Baptiste, W. Ramírez, & M. Aguilar-Garavito, *Herramientas para la gestión de áreas afectadas por invasiones biológicas en Colombia*. (págs. 25 – 37.). Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Baptiste, M., Castaño, N., Cárdenas, D., Gutiérrez, F., Gil, D., & Lasso, C. (2010). *Análisis de riesgo y propuesta de categorización de especies introducidas para Colombia*. Bogotá, D. C., Colombia.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Barriga, M., Campos, J. J., Corrales, O. M., & Prins, C. (2007). *Gobernanza ambiental, adaptativa y colaborativa en bosques modelo, cuencas hidrográficas y corredores biológicos. Diez experiencias en cinco países latinoamericanos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Berry, F. S., & Berry, W. (1990). State Lottery Adoptions as Policy Innovations: An Event History Analysis. *The American Political Science Review*, 84 (2), 395-415.
- Billington, B. (2013). *BHP Billiton Homepage*. Obtenido de About Aluminium and Nickel. Assets: https://www.bhpbilliton.com/home/businesses/aluminium_nickel/Pages/default.aspx
- Blann, K., Anderson, J., Sands, G., & Vondracek, B. (2009). Effects of agricultural drainage on aquatic ecosystems: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39., 909-1001.
- Bonassi, S. E.-Z. (2011). Micronucleo frequency in peripheral blood lymphocytes and cancer risk: evidence from human studies. *Mutagenesis*, 26(1), 93-100.
- Bonassi, S. Z. (2007). An increased micronucleus frequency in peripheral blood lymphocytes predicts the risk of cancer in humans. *Carcinogenesis*, 28(3), 625-631.
- Bonilla, R. (2011). Bonilla, Ricardo (2011) - Apertura y reprimarización de la economía colombiana: un paraíso a largo plazo. *Revista Nueva sociedad No. 231*.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Broome, N., Phillips, A., & Sandwith, T. (2014). *Gobernanza de áreas protegidas: de la comprensión a la acción*. Gland, Suiza: IUCN.
- Borrini-Feyerabend, G., Dudley, N., Jaeger, T., Lassen, B., Pathak-Broome, N., Phillips, A., & Sandwith, T. (2013). *Governance of Protected Areas: From understanding to action. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 20*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Bosman, C. (2009). The Hidden Dragon : Nitrate Pollution from Open-Pit Mines – a Case Study from the Limpopo Province, South Africa. En I. M. Conference, *International Mine Water Conference* (págs. 849–857.).
- Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological economics.*, (63):616-626.
- Briggs, P., & Fey, D. L. (1996). *Twenty-four elements in natural and acid mine waters by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*. In: Arbogast, B. F. (ed.). *Analytical methods manual for the Mineral*. Resource Survey Program. U. S. Geological Survey Open-File report 96-525, pp. 77-94.

- Brown, S., & Lugo, A. (1994). Rehabilitation of tropical lands: A key to sustaining development. *Restoration Ecology*, 2: 97-111.
- Bundschuh, J., Litter, M., Parvez, F., Román, G., Nicolli, H., Jiin-Shuh, J., . . . Tojuaguez, R. (2012). One Century of arsenic exposure in Latin America: a review of history and occurrence form 14 countries. *Science of the total Environment*, 429, 2-35.
- Bustamante, N., Danoucaras, N., McIntyre, N., Díaz-Martínez, J., & Restrepo-Baena, O. (2016). Review of improving the water management for the informal gold mining in Colombia. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (79), 174–184.
- Caballero, K., & Olivero, J. (2016). Mice housed on coal dust contaminated sand: a model to evaluate the impacts of coal mining on health. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 294, 11-20.
- Cadena, A. (2016). *Gestión Ambiental desde las Vivencias Campesinas en Bosque Natural (Norte de Santander – Colombia)*. Maracaibo, Venezuela: Universidad Rafael Bellosso Chacín-URBE.
- Calao, C. R. (2015). Genotoxic effects in a human population exposed to heavy metals in the region of La Mojana, Colombia, 2013. *Biomedica*, 35 *Spec*, 139-151.
- Cano, A. J., & Malagón, M. C. (2016). *Evaluación de trazas de mercurio en el tramo Caña Brava - Buenos Aires del río Cotuhé, asociados con la actividad minera artesanal de oro en el Amazonas Colombiano*. Bogotá: Universidad de La Salle.
- CARACOL RADIO MEDELLÍN. (15 de septiembre de 2016). *Asesinan en Medellín al asesor jurídico de la Mesa minera de Segovia, Antioquia*. Obtenido de CARACOL RADIO MEDELLÍN: http://caracol.com.co/emisora/2016/09/15/medellin/1473972408_325001.html
- Cárdenas-López, D., Baptiste, M., & Castaño, N. (2017). *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Carvajal, J. E. (2014). *Evaluación a múltiples escalas de los efectos de la transformación del paisaje sobre los ensamblajes de reptiles en localidades de la región caribe colombiana*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Casatti , L., Teresa, F., Zeni Jde, O., Ribeiro , M., Brejão , G., & Ceneviva-Bastos, M. (2015). More of the same: high functional redundancy in stream fish assemblages from tropical agroecosystems. *Environmental Management*, 55: 1300-1314. doi:10.1007/s00267-015-0461-9
- Castaño, L. (2014). *Recuperan áreas afectadas por minería*. Obtenido de El Mundo: http://www.elmundo.com/portal/noticias/territorio/recuperan_areas_afectadas_por_mineria.php.
- Castellanos, A. M.-H. (2015). Malaria in gold-mining areas in Colombia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 93(4), 483-484.
- Castro-Arroyave, D. P. (2016). Formación de líderes para la prevención del VIH: percepciones y conocimientos sobre el virus en un contexto minero de Colombia. *Desacatos* (52), 128-143.

- CENSAT. (2003). *Minería de Pequeña Escala en Colombia, Formalización, Sustentabilidad y Organización*. Bogotá: CENSAT-Agua Viva. Boletín.
- CEPAL. (2016). Estudio sobre lineamientos, incentivos y regulación para el manejo de los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), incluyendo cierre de faenas mineras Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú. . En A. Oblasser, *Medio Ambiente y Desarrollo. Serie 163*. CEPAL.
- CERREJON. (2017). *Comentarios y argumentos de Cerrejón frente al informe técnico: Amicus Expediente T-5443609. Consideraciones ambientales acerca del proyecto carbonífero de El Cerrejón, operado por las empresas HP Billiton, Angloamerican y Xstrata en La Guajira*. Bogotá: Informe Radicado N° 001010 de Julio de 2017, a la Honorable Corte Constitucional.
- Chashschin, V. P. (1994). Congenital defects, abortion and other health effects in nickel refinery workers. *Sci Total Environ*, 148(2-3), 287-291.
- CINEP. (2014). *Impactos socioambientales de la explotación minera de los departamentos del Cesar y La Guajira*. Obtenido de CINEP: <http://library.fes.de/pdffiles/bueros/kolumbien/11067.pdf>
- CIPED. (2012). *Minería, conflictos sociales y violación de derechos humanos en Colombia*. Bogotá: CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN POPULAR-CINEP.
- Clarkson, T., & Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit. Rev. Toxicol.* , 36:609–662.
- Collins, A. R. (2004a). The comet assay for DNA damage and repair. *Molecular Biotechnology*, 26(3), 249-261.
- Collins, A. R. (2004b). The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. *Mol Biotechnology*, 26(3), 249-261.
- Consejo de Estado (13 de mayo de 2004), sala de lo contencioso administrativo, sección tercera, consejero ponente: Ricardo Hoyos Duque, Bogotá, D.C., Radicación número: 52001-23-31-000-2002-00226-01. (Consejo de Estado, Sala de lo contencioso administrativo, Sección tercera 2004).
- Consejo de Estado. (2000). *Sección Primera, Magistrado Ponente Juan Alberto Polo Figueroa, Fallo de junio de 2000*. Bogotá: Consejo de Estado.
- Constanza, R., & Daly, H. (1992). NATural Capital and Sustainable Development. *Conservation Biology*, 6 (1), 37-46.
- Contraloría General de la República. (2012). *Contraloría General de la República*. Obtenido de Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente 2011 – 2012 : <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/10>
- Contraloría General de la República. (2014). *Minería en Colombia Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos*. Bogotá D.C., Colombia.: Contraloría General De La República.
- Contraloría General de la República. (2014). *Minería en Colombia: daños ecológicos y socioeconómicos y consideraciones sobre un modelo minero alternativo*. Contraloría General de la República.

- Contraloría General de la República. (2016). *Auditoría coordinada pasivos ambientales mineros*. Bogotá: Contraloría General de la República-CGR.
- Contraloría General de la República. (2017b). *Informe sobre el estado de los Recursos Naturales y del Ambiente 2016-2017*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Contraloría General de la República.
- Contraloría General de la República. (2018). *Informe Sobre el Estado de los Recursos Naturales y el Ambiente, 2017-2018*. Bogotá: CGR.
- Contraloría General de la República. (2013). *Minería en Colombia. Derechos, políticas públicas y gobernanza*. Bogotá: Contraloría General de la República.
- Córdoba, D., Vásquez, D., Arboleda, S., Hernández, C., & Giraldo, A. (2016). Fish diversity in lotic and lentic systems associated to a dry forest biome in Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias*, 20(2):61-78.
- Cordy, P., Veiga, M., Crawford, O., González, V., Moraga, D., Roeser, M., & Dennis, W. (2013). Characterization, mapping and mitigation of mercury vapors emissions from artisanal mining gold shops. *Environmental Research*, 125, 82-91.
- CORNARE. (2006). *Elementos Ambientales a tener en cuenta para la delimitación de retiros a corrientes hídricas y nacimientos de agua en el Suroriente Antioqueño, segunda edición*. El Santuario-Antioquia: Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare -CORNARE.
- CORPOCESAR. (2018). *Informe de operaciones del sistema especial de vigilancia de calidad de aire en la zona carbonífera del Departamento del Cesar. Informe mensual SEVCA_ZCC. Marzo 2018*. CORPOCESAR.
- Corporacion Oro Verde. (2005). *Oro Verde, Una Inversión en la Conservación de la Biodiversidad*. Medellín, Colombia: Corporación Oro Verde.
- Corte Constitucional. (2017). *Sentencia T133*. Bogotá: Corte Constitucional.
- Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil, MP William Namen Vargas Bogotá, D. C., Mayo 16 de 2011. , Referencia: 52835-3103-001-2000-00005-01 (Corte Suprema de Justicia, Sala de Casación Civil. Discutida y aprobada en Sala de febrero 21 de 2011. 2011).
- Cortes Landazury, R., & Gómez Sánchez, A. (2016). La Tecnoeconomía Aurífera y los estertores de la Contaminación: Análisis para dos Distritos del Cauca. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol 14 No. 1 (61 - 68).
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farberk, S., Grasso, M., Hannon, B., . . . van den Belt, M. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *NATURE/VOL* 387, 253-260.
- Cremers, L., Kolen, J., & Theije, M. (2013). *Small-Scale Gold Mining in the Amazon: The Cases of Bolivia, Brazil, Colombia, Perú and Suriname*. . Amsterdam: Centre for Latin American and Documentation-CEDLA.
- Cruz, M. J. (2006). Occupational asthma caused by chromium and nickel. *Arch Bronconeumol*, 42(6), 302-306.

- Daily, G. (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington D.C.
- DAN WATCH. (2010). *The curse of coal: Our coal consumption causes diseases, pollution and poverty in Colombia*.
- De Miguel, E., Clavijo, D., Ortega, M., & Gómez, A. (2018). Probabilistic meta - analysis of risk from the exposure to Hg in artisanal gold mining communities in Colombia. *Chemosphere*(108), 183-189.
- Defensoría del Pueblo. (2010). *La Minería de Hecho en Colombia*. Bogotá.: Defensoría Del Pueblo.
- Defensoría del Pueblo, D. (2016). *La Minería Sin Control, un enfoque desde la vulneración de los Derechos Humanos*. Obtenido de Defensoría del Pueblo: <http://www.defensoria.gov.co/public/pdf/InformedeMinerIa2016.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (1997). *Estrategias para el Fortalecimiento del Sector Minero Colombiano. Documento CONPES 2898*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Desborough, G. A., & Fey., D. (1997). *Preliminary Characterisation of Acid generating Potential and Toxic Metal of some Abandoned Metal-mining Related Wastes in the Boulder River Headwaters*. Northern Jefferson County, Montana. U. S.: Geological Survey Open File Report 97-478. 20 p.
- Díaz-Triana, E., Díaz-Espinosa, A., & Vargas, O. (2012). *Plantas Invasoras de los humedales de Bogotá: diagnóstico, perspectivas de manejo y experiencias piloto de rehabilitación ecológica*. Bogotá: Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología - Secretaría Distrital de Ambiente.
- Dirzo, R., Broadbent, E., & Zambrano-Almeyda, A. (2012). *Minería de Oro*. Inogo.
- Doria, E., Marrugo, J., & Pinedo, J. (2013). Exposición a mercurio en trabajadores de una mina de oro en el norte de Colombia. *Salud Uninorte*(29 (23)), 534-541.
- Duarte, C. (2012). *Gobernabilidad Minera: Cronologías legislativas del subsuelo en Colombia*. Bogotá: Centro de Pensamiento Raizal.
- Duque, A., Álvarez, E., Rodríguez, W., & Lema, A. (2013). Impacto de la fragmentación en la diversidad de plantas vasculares en bosques andinos del nororiente de Colombia. *Colombia Forestal*, 16 (2), 115–137.
- Earle, J., & Callaghan, T. (1998). Impacts of mine drainage on aquatic life, water uses, and man-made structures. . *Coal mine drainage prediction and pollution prevention in Pennsylvania*, 4, 1-10.
- Econometría consultores. (2016). *Implicaciones socio-ambientales de los escenarios de crecimiento minero energético en Colombia. Informe final*. Bogotá: Econometría consultores.

- El Tiempo. (7 de noviembre de 2015). *El Tiempo*. Obtenido de Casi un tercio de la tierra en Colombia está mal utilizada: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16424314>
- EPA, U. (1997). Ambient Air Monitoring Reference and Equivalent Methods, 40. *Code of US Federal Regulation Chapter 1*, 53.
- Escobar, A. (2013). *Usos potenciales del humus (abono orgánico lixiviado y sólido) en la empresa fertilombriz*. . Caldas, Colombia. : Corporación Universitaria Lasallista.
- Espitia, L., Da Silva, J., Brango, H., Salcedo, S., Hoyos, L., de Souza, C., . . . Henriques, J. (2018). Cytogenetic instability in populations with residential proximity to open pit coal mine in northern Colombia in relation to PM10 and PM2.5 levels. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 148, 453-466.
- Espitia-Pérez, L. S.-A.-M.-G. (2016). *Polymorphisms in metabolism and repair genes affects DNA damage caused by open-cast coal mining exposure*. Obtenido de Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis: <https://dx.doi.org/10.1016/j.mrgentox.2016.08.003>
- Eswaran, H., Lal, R., & Reich, P. (2001). *Land degradation. An overview conference on land degradation and desertification*. New Delhi, India: Oxford Press.
- FEDESARROLLO. (2008). *La Minería en Colombia: Impacto Socioeconómico y Fiscal*. En *Caudernos Fedesarrollo 25*. Bogotá: FEDESARROLLO. Cárdenas, M.; Reina, M.
- FEDESARROLLO. (2012). *Informe metodológico: Levantamiento de una línea de base sobre minería ilegal de oro en Colombia*. Bogotá: FEDESARROLLO. Obtenido de http://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/371/levantamiento-de-una-l%EDnea-de-base-sobre-miner%EDa-ilegal-de-oro-en-Colombia-Informe_metodol%F3gico_miner%EDa_ilegal_oro.pdf;jsessionid=566FD4BBDF94F2A19A0415F1CCD0E282?sequence=1
- Fedesarrollo y Minería de Gran Escala. (2014). *Minería y medio ambiente en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo y Minería de Gran Escala. Obtenido de FEDESARROLLO: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/>
- Fenech, M. (2007). Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. *Nat Protoc* 2.
- Fey, d. L., Desborough, G. A., & Church, S. (200). Comparison of two leach procedures applied to metal-mining related wastes in Colorado and Montana and a relative ranking method for mine wastes. *Proceedings of the Fifth International Conference on Acid Rock Drainage, Denver, Colorado (ICARD 2000), Vol. 2. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc.* , pp. 1477-1487.
- Fierro, J. (2012). *Políticas mineras en Colombia*. Bogotá: Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativos - ILSA.
- Fierro, J., & Llorente, A. (2016). *Consideraciones ambientales acerca del proyecto carbonífero de El Cerrejon, operado por las empresas BHP Billiton, Angloamerican y Xstrata de La Guajira*. . Bogotá.

- Fierro-Morales, J., & Camacho, R. L. (2014). Aportes a la conceptualización del daño ambiental y del pasivo ambiental por minería. En C. G. República, *Minería en Colombia: Daños ecológicos y socio-económicos y consideraciones sobre un modelo minero alternativo* (págs. 79-186). Contraloría General de la República .
- Fondo de Riesgos Laborales. (2015). *Afiliados y eventos ATEL por sector económico*. Bogotá.
- Fontaine, G., & Velasco, S. (2011). La conceptualización de la gobernanza: de lo descriptivo a lo analítico. En K. A. (Coord), En K. Andrade-Mendoza, *La gobernanza ambiental en Bolivia y Perú. Gobernanza en tres dimensiones: de los recursos naturales, la conservación en áreas protegida y los pueblos indígenas* (pág. 25). Quito, Ecuador: Flacso Ecuador.
- Forman, R. (1995). *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge.: U. of Cambridge, Ed.
- Foro Nacional Ambiental. (2008). *Gobernabilidad, instituciones y medio ambiente en Colombia*. Bogotá.
- Foucault, M. (2004). *Sécurité, territoire, population*. Seuil. París: Cours au Collège de France.
- Franco-Hernández, F. (2005). *Minería artesanal de oro de aluvión en Mocoa-putumayo, amazonia colombiana*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/53064/6/9587015630.preliminares.pdf>
- Fuentes, A. (2012). Legislación Minera en Colombia y derechos sobre las tierras y los territorios. En C. Toro-Pérez, J. Fierro-Morales, S. Coronado-Delgado, & T. Roa-Avenidaño, *Minería, territorio y conflicto en Colombia*. (págs. 215-232). Bogotá: Universidad Nacional.
- Fundación AVINA, & Internacional Tropenbos. (2011). *Contribuciones locales a una historia de la minería en la Amazonia colombiana*. Obtenido de Tropenbos: www.tropenbos.org/file.php/1304/mineria-amazonia-colombiana_final.pdf
- García Gómez, V. (2015). Injusticia ambiental en Colombia: minería y salud al nacer.
- García, J., & Ahrens, M. (2014). Cuantificación del carbón mineral en las playas del Caribe colombiano (Departamento del Magdalena). *Acta Biológica Colombiana*, 19(1), 113-118.
- García, J., & Ahrens, M. (2014). Cuantificación del carbón mineral en las playas del Caribe colombiano (Departamento del MMagdalena). *Acta Biológica Colombiana*, 19(1), 113-118.
- Garrote-Wilches, C. F.-R. (2014). Characterization of respiratory health conditions of workers exposed to coal dust in underground mining in Boyacá, 2013. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud* 46(3), 237-247.
- Gasca- Alvarez, A. d. (2000). Exposición ambiental a mercurio en minas de oro: medición del impacto en la salud en Guainía, Colombia. *Salud Pública (Bogotá)* 2(3), 233-250.
- Gobernación de Cundinamarca-INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero en el departamento de Cundinamarca. Diagnóstico y asistencia técnica, explotación y fomento de la minería en el departamento*. Santa fé de Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Golder Associates. (2016). *Estudio de Calidad de Aire en el Corregimiento de Boquerón*. Bogotá: Golder Associates.

- Gómez-Rodríguez, M. E., Molina-Pérez, F. J., Agudelo-Echavarría, D. M., Cañón-Barriga, J. E., & Vélez-Macías, F. d. (2017). Changes in soil cover in Nechí, Antioquia: An approach to the environmental impact of mining, 1986-2010. *Rev. Fac. Ing.*, vol. 26 (45), 149-163.
- González Jiménez, N. R. (2011). Detección de alteración funcional respiratoria en un grupo de mineros del carbón de Paipa, Boyacá (2006-2008). *Medicina* (33)2, 92-100.
- González Jiménez, N., Manrique Abril, F., Ospina Diaz, J., Roa Cubaque, M., & Villamil, E. (2009). Utilidad de las técnicas de espirometría y oximetría en la predicción de alteración pulmonar en trabajadores de la minería del carbón en Paipa-Boyacá. *Revista de la facultad de medicina*, 57(2).
- González, E., & Velásquez, F. (2003). *¿Qué ha pasado con la participación ciudadana en Colombia?* Bogotá D.C., Colombia: Ediciones Fundación Corona.
- González, N. D. (2017). Espirometría en población trabajadora de minas de carbón de Paipa, Colombia. *Biomedica* (37)4.
- Graham, J., Amos, B., & Plumptre, T. (2003). *Principles for Good Governance in the 21st Century Policy Brief No. 15.* . Institute On Governance.
- Guerrero, A., Olivero, J., & Marrugo, J. (2014). Heavy Metals in wild house mice from coal mining areas of Colombia and expression of genes related to oxidative stress, DNA damage and exposure to metals. *Mutation Research*, 762, 24-29.
- Guerrero, G. (2014). *Estrategia regulatoria para la intervención de áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono.* Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética, UPME.
- Guíza-Suárez, L. (2011). Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia. *Revista Opinión Jurídica. Opin. jurid. vol.10.*
- Gulhl, E. (2000). La sostenibilidad: ¿un nuevo camino? En C. Ahumada, *¿Qué está pasando en Colombia? Anatomía de un país en crisis* (págs. 167-210). Bogotá: El ANCORA Editores.
- Gulhl, E. (2000). La sostenibilidad: ¿un nuevo camino? . En *EN autores varios, ¿Qué está pasando en Colombia. Anatomía de un país en crisis* (págs. 167-210). Bogotá: El ANCORA Editores.
- Gutiérrez, F. d., Lasso, C., Baptiste, M., Sánchez-Duarte, P., & Díaz, A. (2012). *VI. Catálogo de la Biodiversidad acuática exótica y trasplantada en Colombia: Moluscos, crustáceos, peces, anfibios, reptiles y aves.* Bogotá. D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). .
- Hageman, P., & Briggs, P. (2000). Fifth International Conference on Acid Rock Drainage. En ICARD, *A simple field leach test for rapid screening and qualitative characterization of mine waste dump material on abandoned lands*, . Denver: Fifth International Conference on Acid Rock Drainage, ICARD.
- Hector, S. & (2009). Apoptosis signaling proteins as prognostic biomarkers in colorectal cancer: a review. *Biochim Biophys Acta*, 1795(2).

- Henn, B. C. (2016). Prenatal arsenic exposure and birth outcomes among a population residing near a mining-relates superfund site. *Environmental health perspectives*, 124(8), 1308.
- Hernández, M., & Marrugo, J. (2014). Genotoxicidad de metales presentes en el agua bebida en la región de La Mojana, departamento de Sucre, Colombia. *II Seminario de Ciencias Ambientales Sue - Caribe & VII Seminario Internacional de Gestión Ambiental*.
- Hernández-Jatib, N., Ulloa-Carcasés, M., Almager-Carmenate, Y., & Rosario-Ferrer, Y. (2014). *Evaluación ambiental asociada a la explotación del yacimiento de materiales de construcción la Inagua, Guantánamo*. Cuba.: Luna Azul ISSN 1909-2474 No. 38.
- Herrera, L. (2016). *Determinación de conflictos territoriales entre el ordenamiento territorial y la actividad minera. Lineamientos de mitigación en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Herrera, R. (2016). *Consultoría para consolidar la formulación de las bases de la política de sostenibilidad para el sector minero energético*. Bogotá: Ministerio de minas y energía.
- Hincapie, H. (2007). *Elaboración de una metodología para la determinación de pasivos ambientales en minería. Informe Final*. Medellín, Colombia.: Gobernación de Antioquia - Secretaria de Productividad y Competitividad.
- Hughson, G. W. (2010). Characterization and assessment of dermal and inhalable nickel exposures in nickel production and primary user industries. *Ann Ocup Hyg*, (54)1, 8-22.
- ICNCM, I. C. (1990). Report of the International Committee on Nickel Carcinogenesis in Man. *Scand J Work Environ Health*.
- IDEAM. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*. Bogotá: IDEAM. doi:ISBN: 978-958-8067-70-4.
- IDEAM. (2015). *IDEAM. Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022842/ATDeforestacion.PDF>
- IDEAM. (2016). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2011 – 2015*. Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (2018). *Décimo Tercer (13) Boletín de Alertas Tempranas de Deforestación (A-D), Cuarto Semestre 2017. Sistema de Monitoreo de Bosque y Carbono*. Bogotá: IDEAM.
- IDEAM. (2018). *Estado de la Calidad de Aire en Colombia, 2017*. Bogotá.
- Idrovo, Á. (2003). Estimación de la incidencia de enfermedades ocupacionales en Colombia, 1985-2000. *Revista de Salud Pública*, 263-271.
- Idrovo, Á., Rivero, C., & Amaya, C. (2017). Perception of pollution and arsenic in hair of indigenous living near a ferronickel opet pit mina (Córdoba, Colombia) Public Health case report. *Revista Universidad Industrial de Santander. Salud*, 49(1), 115-123.
- Idrovo, Á., Villamil, G., Ortiz, J., Silva, E., Romero, S., & Azcárate, C. E. (2001). Niveles de mercurio y percepción del riesgo en una población minera aurífera del Guanía (Oriniquía Colombiana). *Biomédica*, 21, 134-141.
- IIAP. (2011). *Choco Biogeográfico, parte I. Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP)*. Santiago de Cali: Publicaciones Ébano S.A.S.

- INAP, I. (Febrero de 2011). *What is Acid Drainage?* Obtenido de http://www.inap.com.au/what_is_acid_drainage.htm
- INGEOMINAS . (2006). *Zonificación de amenaza por movimientos en masa de tres sectores del municipio de Soacha Fase I. Informe Técnico*. Bogotá: INGEOMINAS - Instituto Colombiano de Geología y Minería. Obtenido de <http://simma.sgc.gov.co>
- INGEOMINAS. (1999). *Inventario minero en el Departamento del Tolima*. . Santafé de Bogotá. : INGEOMINAS.
- INGEOMINAS. (2000). *Inventario minero en el Departamento de Nariño*. Santafé de Bogotá: INGEOMINAS.
- INGEOMINAS. (2001). *Evaluación de efectos actuales por actividades de aprovechamiento del subsuelo en la zona minera del municipio de Cogua-Cundinamarca*. Obtenido de INGEOMINAS: <http://simma.sgc.gov.co>
- INGEOMINAS. (2003). *Zonificación integral por amenazas naturales para la ciudad de Villavicencio – Meta. Volumen I*. Obtenido de Instituto Colombiano de Geología y Minería: <http://simma.sgc.gov.co>
- INGEOMINAS. (2005). *Estudio sobre la condición de inestabilidad existente en los predios ubicados en las veredas quebradas, el naranjal, luchadero y morros del municipio del Socorro (Santander). Informe Técnico*. Bogotá: INGEOMINAS-Instituto Colombiano de Geología y Minería. Obtenido de INGEOMINAS-Instituto Colombiano de Geología y Minería: <http://simma.sgc.gov.co>
- Instituto Nacional de Medicina Legal. (2016). *Estudio Pericial de Exposición a Níquel en las comunidades indígenas y afrocolombianas de los municipios Montelíbano, San José de Uré y Puerto Libertador, departamento de Córdoba, Colombia*. Bogotá: INML.
- Insuasty-Rodríguez, A., Grisales, D., & Gutierrez-León, E. (2013). Conflictos asociados a la gran minería en Antioquia. *Ágora U.S.B.* , vol.13 N°.2.
- Issa-Gutiérrez, A., & Morales-Pinzón, T. (2017). Evaluación de la gobernanza ambiental local en Risaralda. *Revista Luna Azul*, 45., 309-328. doi:10.17151/luaz.2017.45.16
- IUCN. (2013). *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 10. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee*. Obtenido de IUCN Standards and Petitions Subcommittee: <http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>
- Jähnig, A. (2013). *Coal Deposits of Colombia*.
- Jana, S. (1988). Accumulation of Hg and Cr by three aquatic species and subsequent changes in several physiological and biochemical plant parameters. . *Water, Air, and Soil Pollution*, 38(1-2), 105-109.
- Jarvis, A., & Younger, P. (2000). Broadening the scope of mine water environmental impact assessment. . *Environmental Impact Assessment Review*, 20(1), 85–96. doi:[https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(99\)00032-3](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(99)00032-3)
- Jiang, J. L. (2015). Association between arsenic exposure from drinking water and longitudinal change in blood pressure among HEALS cohort participants. . *Environmental health perspectives*, 123(8), 806.

- Jiliberto, R., Álvarez, M., Losarcos, L., Ávila, D., & Vázquez, J. (2012). *Guía de Evaluación Ambiental Estratégica para Instrumentos de Planificación Territorial*. . Santiago, Chile.: Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Obtenido de <http://www.mma.gob.cl/eae/1315/w3-article-52951.html>
- Jiménez, C. Z. (2015). Work conditions and morbidity among coal miners in Guachetá, Colombia. The miners' perspective. *Biomedica*, 35 Spec, 77-89.
- Jiménez, J. (2012). *Bajo Cauca: narcotráfico y oro*. Obtenido de El espectador: <https://www.elespectador.com/noticias/judicial/bajo-cauca-narcotrafico-y-oro-articulo-353814>.
- Jimes Vega D, R. V.-R. (2014). Efectos sobre el tiempo al embarazo de la exposición a mercurio en el contexto de la minería de oro en el nororiente colombiano (Magister en Epidemiología). *Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga*.
- Johnson, D., & Hallberg, K. (2005). Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of the Total Environment*, 338(1-2), 3-14. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969704006199>
- Karagas, M. R. (2015). Drinking water arsenic contamination, skin lesions, and malignancies: a systematic review of the global evidence. *Current environmental health reports*, 2(1), 52-68.
- Kaur, B. A. (1998). Prevalence of asthma symptoms, diagnosis, and treatment in 12-14 year old children across Great Britain (international study of asthma and allergies in childhood, ISAAC UK.).
- Kirsch-Volders, M. P. (2011). The in vitro MN assay in 2011: origin and fate, biological significance, protocols, high throughput methodologies and toxicological relevance. *Arch Toxicol*, 85(8).
- Kuklinski, J., & Quirk, P. (2001). Conceptual foundations of citizen competence. *Political Behavior Vol. 3, No. 3*, 285-311.
- Lagarejo, M. (2015). *Análisis de los impactos ecológicos generados por la actividad minera sobre los ensamblajes ícticos en complejos cenagosos de sanceno y puné en la cuenca media del Atrato*. Manizales, Colombia: Universidad de Manizales.
- Leal, C. (2009). La Compañía Minera Chocó Pacífico y el auge del platino en Colombia, 1897-1930. *Revista Historia Crítica [Internet]. Edición Especial Noviembre de 2009*, 150-164.
- Leon- Mejia, G. E.-P.-G. (2011). Assessment of DNA damage in coal open-coast mining workers using the cytokinesis-blocked micronucleus cytome assay. *Sci Total Environ*, 409(4), 686-691.
- Leon, G. P. (2007). Genotoxic effects in wild rodents (*Rattus rattus* and *Mus musculus*) in an open coal mining area. *Mutat Res*, 630(1-2), 42-49.
- Leon-Mejia, G. Q.-P. (2014). Genetic damage in coal miners evaluated by buccal micronucleus cytome assay. *Ecotoxicol Environ Saf*, 107, 133-139.
- Lis, T. &. (2012). Determination of Physical and Chemical Properties of Electric Arc Furnace Dusts for the Purposes of Ther Utilization. *Steel Research International*, 83(9), 842-851.

- Lockwood, A. H.-H. (2009). Coal's assault on Human Health.
- López, E., & Barragán, R. (2016). Metals and metalloid in in eight fish species consumed by Citizens of Bogotá, D.C. Colombia and potential risks to humans. *Journal of Toxicology and Environmental Health*(1087-2620), 1-11.
- López-Sánchez, L., López-Sánchez, M., & Medina, G. (2017). La prevención y mitigación de los riesgos de los pasivos ambientales mineros (PAM) en Colombia: una propuesta metodológica. *Entramado*, Vol. 13 No. 1 (78-91). Obtenido de <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25138>
- López-Silva, M., & Navarro-Suárez, C. (2005). *Efectividad Socio Jurídica de la Consulta de Paz en Aguachica, Tesis de Grado*. Obtenido de Universidad Industrial de Santander,; <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2005/116768.pdf>
- Lumb, G. D. (1994). The problem of latency in the development of tumors following exposure to nickel compounds. *Sci Total Environ*, 148(2-3), 185-190.
- Machado, L., Ospina, J., Henao, N., & Marín, F. (2010). *Problemática ambiental ocasionada por el mercurio proveniente de la minería aurífera tradicional, en el corregimiento de Providencia, Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Macias-Gómez, L. (2016). Hidrocarburos, Territorio y Medio Ambiente: invitación a una reflexión compleja. En PGN, *La Minería y los Hidrocarburos en Colombia: una mirada desde el ministerio público* (págs. 261-268). Bogotá: Instituto de Estudios del Ministerio Público-IEMP- y Universidad del Sinú.
- Manotas Bolívar, R. &. (2014). Síntomas respiratorios y neumoconiosis por polvo de carbón diagnosticada radiológicamente, en los trabajadores de minería subterránea en Boyacá en el año 2014.
- Manrique, R., Manrique, D., & Manrique, V. (2016). Evaluación de riesgo por exposición ocupacional en una mina de carbón en Soca, Boyacá. *Salud Historia Sanidad*, 11(2), 105-114.
- Márquez, G. (1997). *Consideraciones Básicas Sobre Ordenamiento Ambiental y Ecosistemas Estratégicos en Colombia. Informe Ejecutivo - Ministerio del Medio Ambiente*. . Santafé de Bogotá, D.C.: Ministerio del Medio Ambiente. .
- Marrugo, J., José, P., & Díez, S. (2015). Geochemistry of mercury in tropical swamps impacted by gold mining. . *Chemosphere*(134), 44-51.
- Marrugo, J., Ruiz, J., & Ruiz, A. (2017). Biomagnification of mercury in fish from two gold mining impacted in tropical marshes in northern Colombia . *Arch Environ Contam Toxicology*, s00244-017-0459-9 .
- Marrugo, J., Urango, I., Burgos, S., & Díez, S. (2014). Atmospheric deposition of heavy metals in the mining area of the San Jorge river basin, Colombia. *Air Quality atmospheric health*, 7, 577-588.
- Marrugo-Negrete, J., Benitez, L., & Olivero-Ver, J. (2008). Distribution of mercury in several environmental compartments in an aquatic ecosystem impacted by gold mining in northern Colombia. *Archives of environmental contamination and toxicology*, 55(2), 305-316.

- Marrugo-Negrete, J., Benítez, L., Olivero-Verbel, J., Lans, E., & Gutierrez, F. (2010). Spatial and seasonal mercury distribution in the Ayapel Marsh, Mojana region, Colombia. *International journal of environmental health research*, 20(6), 451-459.
- Martín-Duque, J. (2016). *Conferencia: Restauración geomorfológica. Una solución eficiente para una verdadera restauración ecológica de espacios transformados por minería en Colombia*. Obtenido de Universidad Complutense de Madrid e Instituto de Geociencias: <http://www.landformining.igeo.ucm-csic.es/en/node/102>
- Martínez, A., & Aguilar, T. (2012). *Impacto socioeconómico de la minería en Colombia. Informe para el Sector de Minería a Gran Escala*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Martinez, O. A., & Aguilar, T. (2012). *Impacto Socio Económico de la Minería en Colombia*. Bogotá: FEDESARROLLO.
- Massé, F., & Camargo, J. (2012). *Actores armados ilegales y sector extractivo en Colombia. V Informe*. CITpax Colombia. Observatorio Internacional. DDHH Ley de Justicia y Paz. .
- MAVDT. (2010). *Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de operación de sistemas de vigilancia de la calidad del aire*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- MEA., M. E. (2005). *Ecosystem and human well-being: A framework for assessment. 4 volumes*. Washington. D.C, EE.UU.: Island Press.
- Medina Mosquera F, A. M. (2011). Determinación de la contaminación mercurial en personas vinculadas con la minería de oro en el Distrito Minero del San Juan, departamento del Chocó, Colombia. *Revista Boetnia*, 8(2), 195.
- Medina-Mosquera, F., & Ayala-Mosquera, H. (2011). Determinación de la contaminación mercurial en personas vinculadas con la minería de oro en el Distrito Minero del San Juan, Departamento de Chocó, Colombia. *Bioetnia*, 195-2006.
- Melo, D. (2016). *La Minería en Chocó, en Clave de Derechos. Investigación y propuestas para convertir la crisis socio-ambiental en paz y justicia territorial*. Bogotá: Centro de Estudios para la Justicia Social-Tierra Digna.
- Mendoza, R., & Koleff, P. (2014). *Especies acuáticas invasoras en México*. México D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,.
- Mesa Rojo, M. J. (2016). Condiciones de trabajo, salud y medidas de control en trabajadores de minería aurífera a pequeña escala, sector San José, vereda La Chuscalita, Anzá- Antioquia, 2016.
- Minería, Movimiento global por los bosques tropicales. (2004). *Impactos sociales y ambientales*. Uruguay:: Rosgal S.A.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2014). *Política ambiental para la cadena productiva de carbón PACC versión preliminar*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Diseño de una Estrategia Integral para la Gestión de los Pasivos Ambientales en Colombia. Diseño de instrumentos específicos de la estrategia*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Innova.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Plan Estratégico Institucional PEI 2015-2018*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución No 2254 (Norma de calidad del Aire Ambiente)*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res__2254__de2017.pdf
- Ministerio de la Protección Social. (2007). *Guía de atención integral de salud ocupacional basada en la evidencia para desórdenes músculos esqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores*. Bogotá: Ministerio de la Protección Social.
- Ministerio de Minas y Energía - Ministerio de Medio Ambiente. (2002). *Guía Minero-ambiental No. 1 Exploración*. Bogotá: Apoyo técnico Cooperación Técnica Internacional CERI Colombia - CIDA Lakefield Research Limited.
- Ministerio de Minas y Energía. (2009). *Cartilla, Así es la Minería, Colombia*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Obtenido de http://www.simco.gov.co/Portals/0/archivos/Cartilla_Mineria.pdf
- Ministerio de Minas y Energía. (2016). *Política Minera Nacional- Resolución 40391 de 2016*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.
- Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente. (2002a). *Guía Minero Ambiental Exploración 1*. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente. (2002b). *Guía Minero Ambiental Explotación 2*. Bogotá D.C.: Ministerio de Minas y Energía y Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio de Minas y Energía; Ministerio de Ambiente;. (2003). *Guía Minero Ambiental - Explotación*.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS . (2000c). *Inventario Minero Nacional Departamento del Chocó*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999a). *Inventario Minero-Departamento de Antioquia*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999b). *Inventario Minero-Departamento de Santander*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.

- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999c). *Inventario Minero-Departamento de La Guajira*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999d). *Inventario Minero-Departamento del Norte de Santander*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (1999e). *Inventario Minero-Departamento del Meta*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000a). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Caldas*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000b). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Cauca*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000d). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Quindío*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000e). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Risaralda*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000f). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Atlántico*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000g). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Magdalena*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2000h). *Inventario Minero Nacional-Departamento de Valle del Cauca*. Santafé de Bogotá.: Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS.
- Ministerio de Minas y Energía-INGEOMINAS. (2005). *Inventario y diagnóstico minero ambiental del Departamento de Córdoba*. . Bogotá D.C.: INGEOMINAS-Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Ministerio de Minas y Energía-Universidad Nacional de Colombia. (2014). *Inventario de Áreas con Actividad Minera en Estado de Abandono (AMEA)*. . Bogotá: Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Convenio Interadministrativo GGC-082 DE 2014.
- Ministerio de Salud y Protección Social, I. N. (2016). Evaluación epidemiológica de los efectos en salud por exposición ocupacional y ambiental a mercurio en los departamentos de Chocó, Nariño y Vaupés, Colombia. *Biomedica*, 38.
- Ministerio de Trabajo. (2014). *Decreto 1477 de 2014. Tabla de enfermedades laborales*. Bogotá.

- Ministerio de Trabajo. (2015). *II encuesta nacional de condiciones de seguridad y salud en el trabajo en el sistema general de riesgos laborales de Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Trabajo. (2016). *Información estadística. Afiliados y eventos ATEL por sector económico. 2013-2015*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de trabajo. (2016). *Indicadores del Sistema General de Riesgos Laborales. Cifras 2011-2015*. Bogotá, Colombia.
- MINMINAS. (2010). *Diseño y validación del marco conceptual y metodológico para caracterizar, priorizar y valorar económicamente los pasivos ambientales mineros en Colombia*. Bogotá.: Econometría S.A.
- MINMINAS. (2011). *Censo Minero Departamental 2010-2011*. Bogotá.: Ministerio de Minas y Energía.
- MINMINAS. (2012). *Censo Minero Departamental 2010-2011*. Bogotá: Minissterio de Minas y Energía,.
- MINMINAS. (2015). *Producción más limpia en la minería del oro en Colombia. Mercurio, cianuro y otras sustancias”. Subdirección de Planeación Minera*. Bogotá: MINisterio de Minas y Energía. Obtenido de MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA: http://www.upme.gov.co/Docs/Mineria_limpia.pdf.
- MINMINAS. (2016). *Política minera de Colombia bases para la minería del futuro república de Colombia*. Bogotá: Ministerio de minas y energía.
- MINMINAS, UPME, & U. Córdoba. (2015). *Incidencia real de la minería del carbón, del oro y del uso del mercurio en la calidad ambiental con énfasis especial en el recurso hídrico - diseño de herramientas para la planeación*.
- MINMINAS-UIS. (2014). *Estudio diagnóstico sobre las áreas afectadas por actividades mineras en estado de abandono en algunos municipios de los Departamentos de Chocó, Santander y Valle del Cauca – Informe de evaluación del riesgo y uso futuro del suelo en las áreas de pasivos*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía – MinMinas & Universidad Industrial de Santander – UIS.
- MINMINAS-UIS. (2016). *Estudio diagnóstico sobre áreas mineras en estado de abandono presentes en algunos municipios de los departamentos de Boyacá y Tolima*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía - Universidad Industrial de Santander.
- Mol, J. H., & Ouboter, P. E. (2004). Downstream Effects of Erosion from Small- Scale Gold Mining on the Instream Habitat and Fish Community of a Small Neotropical Rainforest Stream. *Conservation Biology*, 18(1), 201-214.
- Molina, C. F. (2017). Contaminación por mercurio en madres lactantes de municipios con explotación minera de oro de Antioquia, Colombia. *Biomedica*, 38.
- Moore, J. (2009). *Mitos y realidades de la Minería Tradicional*. Bogotá: DESLINDE. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/345460506/Moore-Jennifer-2009-Mitos-y-realidades-de-la-mineria-transnacional-pdf>

- Moreno Requena, J. A. (2013). Alteraciones comportamentales y de personalidad debido a la exposición ocupacional a mercurio en un grupo de mineros del oro de la región del Bagre Antioquia.
- Mosquera, H. (2000). *Censo Minero levantado en las comunidades de Plan de raspadura, El Dos, Calichón y Boca de raspadura*. Quibdó: AGRO ESTUDIOS Y PROYECTOS LTDA.
- Mosquera, R. (1978). *Pasado, presente y futuro de la Minería en el Chocó*. Obtenido de Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, N° 112, Volumen 31: https://www.sogeocol.edu.co/documentos/pres_y_futu_min.pdf
- Muller, P. (2013). Las políticas públicas. En J. Torres, & J. Santander, *Introducción a las políticas públicas: Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y ciudadanía*. Bogotá.
- Muñoz-Losada, M. (sin fecha). *La Consulta Popular o la participación del pueblo en las grandes decisiones*. Bogotá: Ministerio del Interior y Fondo de Participación Ciudadana.
- Muñoz-Vallejo, L. F.-A.-V. (2012). Percepción sobre daños a la salud y utilidad de medidas de protección de personas expuestas ocupacionalmente al mercurio en la minería del oro. *Revista Lasallista de Investigación*, 9, 53-61.
- Narvaez, D. M.-V. (2014). Association between Glutathione S-transferases GFTM1 and GSTT1 polymorphisms and Risk of Coal Workers' Pneumoconiosis . *Mutagenesis*, 29(6).
- Narvaez, D. M.-V. (2017). Oxidative stress and repetitive element methylation changes in artisanal gold miners occupationally exposed to mercury. *Heliyon*, 3(9).
- Nash, J. (1999a). *Geochemical Investigations and Interim Recommendations for Priority Abandoned Mine Sites on U.S.D.A. . San Juan County, Colorado*. U. S. : Forest Service Lands, Mineral Creek Watershed, Geological Survey Open File Report 99170. 31 p.
- Negrete, R. (2016). *Panorama de la titulación minera en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Foro Nacional por Colombia.
- Nordstrom, D., Blowes, D., & Ptacek, C. (2015). Hydrogeochemistry and microbiology of mine drainage: An update. . *Applied Geochemistry*, . Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2015.02.008>
- Novak, N. B. (2008). Loss-of-function mutations in the filaggrin gene and allergic contact sensitization to nickel. *J Invest Dermatol*, 128(6), 1430-1435.
- Observatorio Pacifico y Territorio. (2013). *Acercamiento a la Problemática Minera en el Pacifico colombiano*. Cali, Colombia: FUCLA-TERRITORIOS DE ETNIAS-CINEP.
- OECD. (2014). Test No. 487: In Vitro Mammalian Cell Micronucleus Test. *OECD Publishing*.
- Olivero-Verbel, J. (2014). Efectos de la Minería sobre la Salud Humana Insumos para Plan Nacional de Ordenamiento Minero- PNOM.
- Olivero-Verbel, J. C.-G. (2011). Relationship between localization of gold mining areas and hair mercury levels in people from Bolivar, north of Colombia. *Biol Trace Elem Res*, 144(1-3), 118-132.
- Olivero-Verbel, J., & Johnson-Restrepo, B. (2014). *El Lado gris de la minería*. Cartagena, Colombia.: Editorial Universidad de Cartagena.

- Olivero-Verbel, J., Caballero-Gallardo, K., & Turizo-Tapia, A. (2015). Mercury in the gold mining district of San Martín de Loba, South of Bolívar (Colombia). *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), 5895–5907. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s11356-0>
- OMS. (2006). *Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre*. Organización Mundial de la Salud – OMS.
- Organización de los Estados Americanos. (2010). *Nuestra democracia / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Ciudad de México: México D.F.: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Ospina, J. M. (2011). Evidencia temprana de alteración funcional por exposición respiratoria: minería artesanal del carbón en Paipa, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(4).
- Ospina-Restrepo, J. M. (2016). La irrupción de proyectos empresariales capitalistas en comunidades rurales tradicionales. En Henao, J.C., & A. Gonzalez-Espinosa, *Minería y desarrollo. Minería y comunidades: impactos, conflictos y participación ciudadana* (págs. 41-67). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Pachas, V. H. (2012). *El Sueño del Corredor Minero, como aprender a vivir contigo y sin ti*. Cuzco, Perú: Centro de Estudios Regionales Andinos "Bartolomé de las Casas".
- Palacios, L., & Ayala, H. (2006). El Oro en la tierra NDA (Camina). *Bioetnia*, 38-53.
- Palmer, M., Bernhardt, E., Schlesinger, W., Eshleman, K., Foufoula-Georgiou, E., Hendryx, M., & White, P. (2010). Mountaintop mining consequences. *Science*, 327(5962), 148-149.
- Pardo, S., & Gonzales, J. (2011). *Agua en Boyacá contaminada por residuos de minas de carbón*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Trabajo de grado de Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2017). *Lineamientos institucionales para la planeación de las áreas protegidas en relacionamiento con territorios colectivos de grupos étnicos*. Bogotá.: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Pavela, M. U. (2017). Cancer incidence among copper smelting and nickel refining workers in Finland. *Am J Ind Med*, 60(1), 87-95.
- Pérez, A., Martínez, D., Barraza, Z., & Marrugo, J. (2016). Bacterias endófitas asociadas a los géneros cyperus y paspalum en suelos contaminados con mercurio. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19(1), 67-76.
- Pérez, M. (2014). *Conflictos ambientales en Colombia, inventario, caracterización y análisis*. Cali: Instituto CINARA.
- Pérez, O., Margarita, M., & Betancur, V. (2016). Impactos ocasionados por el desarrollo de la actividad minera al entorno natural y situación actual de Colombia. *Sociedad y Ambiente. Volumen (10)*, 95-112.
- Pfeiffer, W., Fiszman, M., Malm, O., & Azcue, J. (1986). Heavy metal pollution in the Paraíba do Sul River, Brazil. *Science of the Total Environment*, 58(1-2), 73-79.

- PGN. (1 de Noviembre de 2017). *MINERIA ILEGAL EN COLOMBIA. Informe Preventivo*. Obtenido de PGN: <https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/MINERIA%20ILEGAL%20EN%20COLOMBIA%20%20DOCUMENTO.pdf>
- Pinedo-Hernández, J., Marrugo-Negrete, J., & Díez, S. (2015). Speciation and bioavailability of mercury in sediments impacted by gold mining in Colombia. . *Chemosphere*, 119, 1289–1295. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.09.044>
- PNUD. (2014). *Resumen Informe sobre Desarrollo Humano 2014 Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia*. Washington DC, EUA.: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- PNUD. (2014). *Resumen Informe sobre Desarrollo Humano 2014 Sostener el Progreso Humano: reducir vulnerabilidades y construir resiliencia*. Washington DC, EUA.: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- PNUM-Minambiente. (2012). *Sinopsis nacional de la minería aurífera artesanal y de pequeña escala*. . Bogotá.: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ponce-Muriel, A. (2012). *El desalentador panorama de las minería en Colombia*. Bogotá: Random House Mondadori.
- Pond, G., Passmore, M., Borsuk, F., Reynolds, L., & Rose, C. (2008). Downstream effects of mountaintop coal mining: comparing biological conditions using family-and genus-level macroinvertebrate bioassessment tools. *Journal of the North American Benthological Society*, 27(3), 717-737.
- Posada, M., & Arroyave, M. (2006). 2006. Efectos del mercurio sobre algunas plantas acuáticas tropicales. *Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq No.6*.
- Procuraduría General de la Nación. (2011). *Minería ilegal en Colombia: Informe preventivo*. Bogotá, Colombia: Procuraduría General de la Nación.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2011). *Informe de Desarrollo Humano*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD.
- Proyecto Multinacional Andino. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Geológica Multinacional No. 4*. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA-GCA) .
- Quansah, R. A. (2015). Association of arsenic with adverse pregnancy outcomes/infants mortality: a systematic review and meta-analysis. *Environmental health perspectives*, 123(5), 412.
- Quiroz, L. H. (2013). Enfermedad y síntomas respiratorios en niños de cinco municipios carboníferos del cesar, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 66-79.
- Rainwater, T. R., Adair, B. M., Platt, S., Anderson, T., Cobb, G., & McMurry, S. (2002). Mercury in Morelet's crocodile eggs from northern Belize. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 42(3), 319-324.

- Ramírez-Cardona, O. (2018). *El resguardo Hojal-La Turbia de la comunidad awá y las dificultades de la justicia transicional para la restitución de los territorios*. En: *Boletín No. 15. Edición especial sobre restitución de derechos territoriales*. Bogotá.
- Registraduría Nacional del Estado Civil. (2018). *Consulta Popular*. Obtenido de Registraduría Nacional del Estado Civil: <http://www.registraduria.gov.co/-Consulta-Popular-2017-.html>.
- Rendón, I. M. (1997). Neumoconiosis en la minería subterránea del carbón, Amagá, 1995. *Revista Nac. Salud Pública*, 14(2), 46-67.
- Rendón, M. (2016). Desarrollo de Montelíbano y Unión Matoso, a partir de la explotación de Cerromatoso SA 2005-2015. *Universidad del Rosario*.
- REVISTA SEMANA. (2014). (2014) y varios medios en las redes sociales documentaron las inconformidades y las inconveniencias de la medida frente a la nueva indignación del momento y de los movimientos sociales en varios sitios de la geografía nacional. Obtenido de REVISTA SEMANA -Edición N° 00429 .
- Rincón, A., Romero, M., Bernal, N., Rodríguez, N., & Rodríguez, J. (2006). Modelamiento de presiones sobre la biodiversidad en la Guayana. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, (I) 211–244.
- Robles, J. (2011). Cuatro problemas teóricos fundamentales para una democracia deliberativa. . *Revista Pollis, Vol. 7, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad Complutense de Madrid* , 47.
- Rodríguez Yee, R. G. (2009). Obtenido de El Niquel en Colombia. Unidad de Planeación Minero Energética: http://www.upme.gov.co/docs/niquel_colombia.pdf
- Rodríguez-Villamizar, L. A.-T. (2015). Human mercury exposure and irregular menstrual cycles in relation to artisanal gold mining in Colombia. *Biomedica*, 35 (SPE), 38-45.
- Rudas, G. (2014). La minería de carbón a gran escala en Colombia: impactos económicos, sociales, laborales, ambientales y territoriales. *Revista Análisis*, 68(1).
- Rudas, G., & Espitia, J. (2013). *Minería en Colombia, Institucionalidad y territorio, paradojas y conflictos*, Contraloría General de la Republica. Bogotá: Contraloría General de la República.
- Ruiz, F. (2018). *Boyacá: carbón y resistencia civil*. Obtenido de Viva la Ciudadanía: <http://viva.org.co/cajavirtual/svc0429/articulo05.html>
- RUNAP. (2018). *Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP*. Obtenido de <http://runap.parquesnacionales.gov.co/>
- Ryan Brightwell, B. C. (2013). Banking on coal BanckTrack.
- Saade-Hazin, M. (2014). Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable. *CEPAL, Serie Macroeconomía del Desarrollo No. 157*, 54.
- Samiento, M. (2013). *Legitimizing the Oro Verde Program through Non-State Market Driven System*. Informe Proyecto GOMIAN. Bogotá, Colombia: Proyecto GOMIAN.

- Sánchez Rodríguez, L. H.-V. (2015). Lack of autoantibody induction by mercury exposure in artisanal gold mining settings in Colombia: Findings and a review of the epidemiology literature. *J Immunotoxicol*, 12(4), 368-375.
- Sanchez, J., Bocco, G. F., & Velázquez, A. (2003). Análisis de cobertura y uso de terreno en el contexto de su dinámica espacio-temporal. *Instituto Nacional de Ecología de México.*, 235-255. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología.: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/420/diez.html>
- Sánchez-Arriaga, D., & Cañón-Barriga, J. (2010). Análisis documental del efecto de vertimientos domésticos y mineros. *Gestión y Ambiente*, 13–3(3), 115–130.
- Sánchez-Rodríguez, L. H.-V.-V. (2017). No effect of mercury exposure on kidney function during ongoing artisanal gold mining activities in Colombia. *Toxicol Ind Health*, 33(1), 67-78.
- Santella-Quintero, H. (2016). Un territorio y tres modelos de gestión: análisis de la necesidad de armonizar y constitucionalizar las competencias urbanísticas, ambientales y mineras sobre el territorio. En J. Henao, & S. Díaz-Angel, *Minería y Desarrollo. Historia y gobierno del territorio* (págs. 165-225). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Santibáñez, A., & Barra, M. (2006). *La Racionalidad de los Actores en Políticas Públicas: un Esquema Teórico para entender el Funcionamiento de las Democracias Modernas*. Obtenido de http://www.colpos.mx/tabasco/diplomado/3y4demarzo/actores_en_politica.pdf
- Schneider, L., Maher, W., Green, A., & Vogt, R. (2013). *Mercury contamination in reptiles: an emerging problem with consequences for wild life and human health*. Hauppauge, New York, USA,: Nova Science Publishers, Inc.
- Semana Sostenible. (06 de 07 de 2017). Deforestación en Colombia aumentó un 44% entre 2015 y 2016. *Semana Sostenible*.
- Sentencia C-366 de 2011, Sentencia C-366 de 2011 (Corte Constitucional 2011).
- Sentencia C-366 de 2011 por la cual se declara Inexequible la Ley 1382 de 2010, “por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas”. Sentencia C-366 de 2011 (Corte Constitucional. 2011).
- Sentencia C-366 de 2011 por la cual se declara Inexequible la Ley 1382 de 2010, “por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas”. Sentencia C-366 de 2011 (Corte Constitucional 2011).
- Sentencia C-366 de 2011, por la cual se declara Inexequible la Ley 1382 de 2010 y por la cual se modifica la Ley 685 de 2001 Código de Minas., Sentencia C-366 de 2011 (Corte Constitucional 2011).
- Sentencia T-445 de 2016, Exp. T-5498864 (Corte Constitucional. Magistrado Ponente: Jorge Iván Palacio Palacio 19 de agosto de 2016).
- SGC. (2012). *Zonificación geomecánica y de amenazas por movimiento en masa en el municipio de Soacha - Cundinamarca zona urbana y de expansión urbana, escala 1:5000. Informe Técnico*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.

- SGC. (2013a). *Zonificación de amenaza por movimientos en masa en el municipio de Cáqueza – Cundinamarca. Informe Técnico*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC. .
- SGC. (2013b). *Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 300 – Cali. Informe Técnico*. Servicio Geológico Colombiano, SGC: Bogotá D.C.
- SGC. (2014). *Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 147 – Medellín Oriental. Informe Técnico*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.
- SGC. (2015a). *Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000. Plancha 18 – Ciénaga. Informe Técnico*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.
- SGC. (2015b). *Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 279 – Dagua. Informe Técnico*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC.
- SGC. (2015c). *Memoria explicativa mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa, escala 1:100.000, Plancha 260 – Buenaventura. Informe Técnico*. Bogotá D.C.: Servicio Geológico Colombiano, SGC. .
- SGC. (2017). *Sistema de Información de Movimientos de Masa (SIMMA)*. Obtenido de Servicio Geológico Colombiano.: <http://simma.sgc.gov.co>.
- SGME. (2012). *Sector minero en Colombia*. Obtenido de Asociación del sector de la Minería a Gran Escala (SMGE): <http://www.ccx.com.co/es/nuestros-negocios/Pages/sector-mineria-colombia.aspx>.
- Shen, H. M. (1994). Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. *Environmental health perspectives*, 102, Suppl 1, 275.
- Shipan, C., & Volden, C. (2012). Policy Diffusion: Seven Lessons for scholars and practitioners. *Public administration Review*, 72 (6):788-796.
- Silva, L., Wollenschlager, M., & Oliveira, M. (2011). A preliminary study of coal mining drainage and environmental health in the Santa Catarina region, Brazil. *Environmental geochemistry and health*, 33(1), 55-65.
- Simberloff, D., Martin, J., Genovesi, P., Maris, V., Wardel, D., Aronson, J., . . . Vila, M. (2013). Impacts of biological invasions: What’s what and the way forward. *Trends in Ecology and Evolution* , 28: 58-66.
- Siurin, S. A. (2012). Working conditions and occupational pathology in electrolytic nickel refinery workers. *Gig Sanit* (2), 30-33.
- Smith, K., Campbell, D., Desborough, G., Hageman, P., Leinz, R., Stanton, M., . . . Yager, D. (2002). Tool kit for the rapid screening and characterization of waste piles on abandoned mine lands. En R. Seal II, & N. Foley, *Progress on Geoenvironmental Models for Selected Mineral Deposit Types, Chapter C. U. S. . Geological Survey Open-File Report 020195*.

- Smith, K., Ramsey, C., & Hageman, P. (2000b). ICARD. En *Sampling strategy for the rapid screening of mine-waste dumps on abandoned mine lands*. Denver, Colorado: Fifth International Conference on Acid Rock Drainage,.
- Smol, J. (2009). *Pollution of lakes and rivers: a paleoenvironmental perspective*. John Wiley & Sons.
- Social, M. d. (2007). Guía de atención integral de salud ocupacional basada en evidencia para desórdenes músculos esqueléticos (DME) relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores. *Bogotá: Ministerio de la protección social*.
- SPDA. (2014). *La realidad de la minería ilegal en países amazónicos*. Obtenido de Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, : <http://spda.org.pe/wpfb-file/la-realidad-de-la-mineria-ilegal-en-paises-amazonicos-spda-pdf/>
- Suaréz, E., Fernández, C., & Pérez, G. (2017). *La gobernanza de los recursos naturales y los conflictos en las industrias extractivas: el caso de Colombia*. . Santiago de Chile: Naciones Unidas, CEPAL.
- Tirado, V. G. (2000). Pneuropsychological disorders after occupational exposure to mercury vapors in Bagre (Antioquia, Colombia). *Revista Neurol*, 31(8), 712-716.
- Tiwary, R. (2001). Environmental Impact of Coal Mining on water Regime and Its Management. *Water, Air, and Soil Pollution* (132), 185. Obtenido de <https://doi.org/10.1023/A:1012083519667>
- Torjussen, W. (2017). Nasal cancer in nickel workers. Histopathological findings and nickel concentrations in the nasal mucosa of nickel worker, and a short review of chromium and arsenic. *Nasal Tumors in Animal and Man Vol II*, 33-54.
- Torres Gutierrez, J. I., Pinzón Salcedo, M., Esquivia Zapata, M., Parra Pizarro, A., & Espitia Jimenez, E. H. (2012). *LA EXPLOTACIÓN ILÍCITA DE RECURSOS MINERALES EN COLOMBIA, Casos Valle del Cauca (Río Dagua) – Chocó (Río San Juan), Efectos Sociales y Ambientales*. Bogotá: Contraloría General de la República-Contraloría Delegada Sector Minas y Energía.
- Torres Rey, C. H. (2015). Underground Coal Mining: Relationship between Coal Dust Levels and Pneumoconiosis, in Two Regions of Colombia, 2014. *Biomed Res intm 2015*.
- Torres, J., & Santander, J. (2013). *Introducción a las políticas públicas: Conceptos y herramientas desde la relación entre Estado y ciudadanía*. IEMP Ediciones.
- Tubb, D. (2015). Muddy decisions: gold in the Chocó, Colombia. . *The Extractive Industries and Society*, 2(4), 722-733.
- UNDP. (2014). *V Informe Nacional de Biodiversidad de Colombia ante el Convenio de Biodiversidad Biológica*. Obtenido de UNDP: http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/library/environment_energy/v-informe-nacional-de-biodiversidad-de-colombia-ante-el-convenio.html
- Universidad de La Guajira. (2011). *Impactos ambientales de la minería en Colombia*. . Obtenido de Universidad de La Guajira: <http://repositorio.ucm.edu.co>

- Universidad Tecnológica de Pereira. (2017). *Informe de caracterización de vertimientos canteras y dragas en Risaralda. Reporte Convenio Interadministrativo N°336 de 2016*. Universidad Tecnológica de Pereira-CARDER.
- UNODC. (2016). *Explotación de oro de aluvión*. Bogotá: UNODC. Obtenido de https://www.unodc.org/documents/colombia/2016/junio/Explotacion_de_Oro_de_Aluvion.pdf
- UPME. (2014). *Indicadores De La Minería En Colombia Versión preliminar*. Bogotá D.C.: Unidad de Planeación Minero Energética Subdirección de Planeación Minera-UPME.
- UPME. (2014). *Plan Nacional de Ordenamiento Minero*. Bogotá.
- UPME. (2015). *Plan estratégico Institucional PEI 2015-2018*. Bogotá: UPME.
- UPME. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025. Minería Responsable con el Territorio*. Unidad de Planeación Minero Energética – UPME .
- UPME. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo Minero con Horizonte a 2025, Minería responsable con el territorio*. Bogotá.
- UPME. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo Minero con horizonte a 2025*. Bogotá: UPME.
- UPME-UIS. (2014). *Estimación de áreas intervenidas, consumo de agua, energía y costos de producción en la actividad minera*. (D. d.-0. –UIS, Ed.) Obtenido de UPME: http://www.upme.gov.co/seccionmineria_sp/areas_intervenidas.pdf
- UPME-UIS. (2014). *Estimación de áreas intervenidas, consumo de energía y costos de producción en la actividad minera*. Bogotá: Unidad de Planeación Minero Energética y Universidad Industrial de Santander. UPME-UIS.
- Urán-Carmona, A., Cano, W., Soto, A., & Vásquez, M. (2013). *Problemas ambientales y conflictos socio-políticos de la minería de oro pequeña escala (Chocó, Colombia)*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquía, Grupo Medio Ambiente y Sociedad-MASO.
- Van Kampen, V. M. (2003). Immediate type allergies due to metal-nickel. *Pneumologie*.
- Vargas, M. L. (2011). Alteraciones neuropsicológicas en escolares de un municipio con niveles elevados de vapor de mercurio medioambiental Colombia, 2008-2009. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(4).
- Vargas, V. (2001). *Indicadores de sostenibilidad y de desempeño socioambiental para dos grupos de usuarios Mineros en Colombia*. Medellín-Colombia.
- Vargas-Velásquez, A. (2007). *Políticas públicas, gobernanza y globalización. Fundamentos de políticas públicas*.
- Villada-Bedoya, S., Triana-Moreno, L., & Dias, L. (2017). Grupos funcionales alimentarios de insectos acuáticos en quebradas andinas afectadas por agricultura y minería: Functional feeding groups of aquatic insects in Andean streams affected by agriculture and mining. *Caldasia*, 39(2), 370-387.
- Villamil Lepori, E. E. (2015). Hidroarsenicismo crónico regional endémico en Argentina. *Acta Bioquím Clín Latinoam*, 49(1), 83-104.

- Villas Bôas, R. C., & Page, R. (2002). *La Minería en el Contexto de la Ordenación del Territorio*. Rio de Janeiro, Brasil: Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-Tecnología Mineral-CYTED, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Serviço Geológico Mineiro Argentino.
- Viloria de la Oz, J., Bonet, J., Gamarra-Vergara, J., & Pérez, G. (2008). *Economías del Pacífico colombiano*. Cartagena: Banco de la República, Colección de Economía Regional.
- Wang, X. C. (2009). A Novel Optical Instrument for Estimating Size Segregated Aerosol Mass Concentration in Real Time. *Aerosol Science and Technology*, 43(9), 939-950.
- Wikipedia. (2 de mayo de 2018). *Minería ilegal en Colombia*. Obtenido de Wikipedia, La enciclopedia libre.: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Miner%C3%ADa_ilegal_en_Colombia&oldid=107646017
- Wolfe, M., Schwarzbach, S., & Sulaiman, R. (1998). Effects of mercury on wildlife: a comprehensive review. *Environmental toxicology and chemistry*, 17(2), 146-160.
- Worrall, A., Neil, D., D., B., & Mulligan, D. (2009). Towards a sustainability criteria and indicators framework for legacy mine. *Journal of Cleaner Production* 17, 1426–1434.
- Yurupari, A. (2004). Informe “Pasivos Ambientales Mineros en Suramérica”. En: CEPAL e Instituto Federal de Geociencias y Recursos naturales BGR. 2004. Tendencias en legislación ambiental minera y pasivos ambientales. En CEPAL, *Tendencias en legislación ambiental minera y pasivos ambientales*. CEPAL e Instituto Federal de Geociencias y Recursos naturales BGR.
- Zalacain, M. S. (2005). El ensayo de micronúcleos como medida de inestabilidad genética inducida por agentes genotóxicos. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28, 227-236.
- Zapata, I., Martínez, L., Posada, E., González, M., & Saldarriaga, J. F. (2017). Efectos de la lombriz roja californiana (*Eisenia Foetida*), sobre el crecimiento de microorganismos en suelos contaminados con mercurio de Segovia, Antioquia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27 (1), 77-90. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1911>
- Zhang, H., Feng, X., Larssen, T., Qiu, G., & Vogt, R. (2010). In inland China, rice, rather than fish, is the major pathway for methylmercury exposure. *Environmental Health Perspectives*, 118(9), 1183.