

Estudio sobre las dinámicas, ofertas, demanda e intermediación de ORO



Estudio sobre las dinámicas, ofertas, demanda e intermediación de oro



Unidad de Planeación Minero Energética

Carlos Adrián Correa Flórez

Director General

Olga Tatiana Araque Mendoza

Subdirección de Minería

Autores:

Gilson León González

Elisa Carrasco Rincón

Francy Alexandra Herrera Ospina

Germán Andrés Poveda Forero

Sergio Fernando Sánchez Delgado

Stefanía Cuadrado Castañeda

Subdirección de Minería

Estudio sobre las dinámicas, ofertas, demanda e intermediación de oro

2023



TABLA DE CONTENIDO

1	Objetivo	2
1.1	Objetivos Específicos	2
2	Alcance	2
3	Introducción.....	2
4	Aspectos generales	4
5	Potencial geológico y minero del oro en Colombia	5
5.1	Potencial geológico.....	5
5.2	Potencial Minero	11
5.2.1	Proyectos mineros en etapas previas a la explotación y oferta efectiva del mineral 13	
6	Mercado de oro	16
6.1	Importancia del oro en la economía colombiana.....	16
6.2	Oferta de oro.....	18
6.2.1	Clasificación de los explotadores/productores de oro en Colombia	18
6.2.2	Producción de oro en Colombia	20
6.2.3	Avances sectoriales asociados a la oferta	32
6.3	Demanda de oro	33
6.3.1	Demanda Internacional del oro	33
6.3.2	Demanda nacional del oro	35
7	Comercialización e intermediación.....	36
7.1	Productores (explotadores de mineral aurífero).....	36
7.2	Intermediarios en la comercialización de mineral aurífero y metal.....	38
7.3	Avances sectoriales asociados a la comercialización.....	40
7.3.1	Mesas de trabajo interinstitucionales para el seguimiento, control y fiscalización en la cadena de suministro de oro	40
7.3.2	Proyecto Huella Digital de Minerales – Servicio Geológico Colombiano (SGC)...	43
8	Encadenamientos e industrialización asociada a la transformación del oro al interior de Colombia.....	44
9	Aspectos ambientales asociados a la extracción y comercialización del oro	46
9.1	Impactos ambientales por tipo de extracción.....	47
9.1.1	Minería de oro a cielo abierto	47
9.1.2	Minería subterránea	49
9.1.3	Minería por lavado y dragado y explotación de oro de aluvión - EVOA	50
9.2	Impactos ambientales y sociales por escala de extracción.....	52
9.2.1	Minería de subsistencia.....	52
9.2.2	Minería de pequeña, mediana y gran escala.....	56
9.3	Uso de mercurio en la minería aurífera y su relación en el ambiente.....	59
9.3.1	Convenio de Minamata	61
9.3.2	Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 y el mercurio en Colombia	63
9.4	Principios de economía circular asociados a la minería aurífera	64
9.4.1	Otros aspectos que pueden tener relación con la economía circular y el oro	66
10	Conclusiones.....	71
11	Recomendaciones	72
12	Referencias	74

1 Objetivo

Analizar las variables de oferta, demanda y comercialización de oro en Colombia, así como sus efectos en la sociedad y el ambiente.

1.1 Objetivos Específicos

- Analizar la oferta y demanda nacional del oro a partir de la información secundaria.
- Identificar las dinámicas de comercialización del oro en el marco del mercado internacional y nacional.
- Analizar las variables sociales y ambientales asociadas a la explotación del oro.

2 Alcance

El presente documento comprende la investigación, consolidación y análisis de información oficial y pública disponible y actualizada del sector minero y otros sectores asociados (ambiental, comercial y social), con el fin de comprender aspectos relacionados con el potencial sobre la oferta (desde su conocimiento geológico y minero), la oferta efectiva y real (vista desde la explotación), la comercialización y la demanda del mineral o metal aurífero en el territorio nacional.

Además, explora los avances en materia sectorial e intersectorial que han permitido al Estado diagnosticar y estructurar estrategias para el entendimiento y mejoramiento en las dinámicas sociales, económicas y ambientales encadenadas al mineral.

3 Introducción

Colombia como *Potencia Mundial de la Vida* (Departamento Nacional del Planeación, 2023), fundamenta su desarrollo en tres elementos constitutivos o énfasis que permitirán sentar las bases para convertirse en un país líder protector de la vida. Estos son en primer lugar, *el ordenamiento del territorio alrededor del agua*; segundo, *la transformación de las estructuras productivas, de tal manera que las economías limpias y biodiversas reemplacen la producción intensiva en el uso del carbono*; y, tercero, *la sostenibilidad tiene que estar acompañada de la equidad y la inclusión*.

Es así, como el Gobierno nacional busca responder a los desafíos de la *transición energética, la reindustrialización, el desarrollo agrícola y de la infraestructura pública*, en los cuales el sector minero juega un papel fundamental que debe ser implementado a través de acciones que permitirán avanzar bajo el principio de una *minería para la vida*.

Lo anterior quiere decir, que se avanzará en el cambio de una economía extractiva a una focalizada en la productividad racional y responsable, la distribución equitativa de los beneficios de la minería, *el soporte de los principales programas económicos del Gobierno nacional, entre ellos los de fomento y asociatividad*, el enfoque territorial y ambiental, la soberanía, la planeación y la *minería como base para la transición energética justa*.

De acuerdo con lo anterior, el potencial geológico minero del oro en Colombia se convierte en un impulsor y transformador estratégico del país, pues no solo brindaría las bases económicas para los desafíos propuestos, sino también acciones de política pública que promueven la asociatividad de pequeños y medianos mineros, con el fin de poder viabilizar proyectos mineros formales y desarrollados con buenas prácticas técnicas, sociales y ambientales. Lo anterior, sumado a la particularidad de que el sector minero colombiano está integrado y caracterizado por una mayoría de explotaciones a pequeña escala, una minería de subsistencia altamente relevante en la producción de metales preciosos (oro y platino), contexto que es similar al de muchos países de América Latina y el Caribe.

Bajo este contexto y otros aspectos propios alrededor de la minería en Colombia, en el año 2012 el Ministerio de Minas y Energía determinó el *“oro (Au) y sus minerales asociados, derivados o concentrados”* como un grupo de minerales de interés estratégico para Colombia (Ministerio de Minas y Energía, 2012)¹, aspecto que concuerda con la priorización realizada por Agencia Nacional de Minería en la Resolución No. 1006 de 30 de noviembre de 2023 (Agencia Nacional de Minería, 2023) *“Por medio de la cual se determinan los minerales de interés estratégico para el país”*, el cual se encuentra en consulta pública.

Adicionalmente, cabe resaltar que la Agencia Nacional de Minería en el marco de las funciones designadas mediante la Ley 1753 de 2015 (Congreso de la República, 2015), formuló una metodología que sustenta la determinación de los minerales de interés estratégico para el país, en el cual el Oro se considera como uno de ellos; lo anterior, con base en los resultados positivos dentro de las dimensiones definidas como *“Existencia de ambientes geológicos favorables y priorización de la investigación”*, *“Implementación de políticas de Formalización de pequeños Mineros mediante Esquemas asociativos”*.

De acuerdo con lo anterior, la Subdirección de Minería de la Unidad de Planeación Minero Energética en el marco de sus funciones (Ministerio de Minas y Energía, 2013): *“...7. Realizar estudios e investigaciones de mercado de minerales con especial énfasis en los estratégicos en el ámbito nacional e internacional, como insumo para la planeación estratégica y para brindar al Ministerio de Minas y Energía soporte para la formulación de Políticas 8. Desarrollar análisis técnicos y económicos de la industria minera con el fin de evaluar su comportamiento e incidencia. 9. Realizar estudios e investigaciones relacionados para determinar los requerimientos técnicos, de infraestructura y servicios de la industria extractiva y transformadora de minerales”*, desarrolla el presente documento, en aras de actualizar y vincular aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos alrededor de la oferta, demanda y comercialización del mineral y metal aurífero producido en el territorio nacional.

En ese sentido, el componente técnico se desarrolla a lo largo del documento, permitiendo entender las características técnicas de la geología y la minería que facilitan la potencial o real oferta del mineral o metal en el mercado; así mismo, faculta la comprensión sobre las dinámicas de comercialización e intermediación del metal precioso al interior del país.

No obstante, es preciso señalar que este componente se presenta junto con las características normativas y reglamentarias que acreditan la administración y estructuración de la minería aurífera en Colombia, sin desconocer su correlación con las variables económicas, ambientales y sociales que rigen la materia.

¹ Resolución 180102 de 2012 de Ministerio de Minas y Energía, *“por la cual se determinan unos minerales de interés estratégico para el país”*

4 Aspectos generales

El oro ha sido utilizado por la humanidad desde tiempos prehistóricos, siendo valorado desde temprano por su uso en joyería. Si bien su uso masivo comenzó en culturas antiguas, tales como la egipcia en el año 2000 A.C., no penetró con fuerza en Europa hasta el periodo de la colonización de América. Los indios nativos de América Central, México, Perú y Colombia se caracterizaban por utilizar grandes cantidades de adornos fabricados a partir de este metal, lo que generó asombro a los colonizadores.

Posteriormente, se fueron descubriendo las características físicas y químicas del oro, como su excelente conductividad térmica y eléctrica, su maleabilidad y no corrosividad que permitieron expandir sus usos a otras áreas. Sin embargo, hasta el día de hoy son su maravilloso color y lustre las características por las que es mayormente usado por la humanidad.

Este metal se encuentra en muy baja concentración en la corteza terrestre. Se estima que su ocurrencia en la corteza es menor a las 5 ppb (partes por billón), o 0,005 gr/ton. Debido a estas bajas leyes, se necesita un alto nivel de tecnología para poder recuperar el metal desde el mineral explotado. En los últimos años se han desarrollado y mejorado estas tecnologías, por lo que se estima que un 80% del oro minado en toda la historia se ha extraído en los últimos 100 años.

Desde el punto de vista mineralógico, el oro se encuentra asociado a varios metales tales como la plata, cobre, mercurio, hierro y platino, entre otros. Los yacimientos se pueden encontrar en variadas formas, como vetas de cuarzo, rocas metamórficas y depósitos aluviales. Por esto la minería del oro se desarrolla alrededor de todo el mundo. Al mismo tiempo, una gran cantidad de yacimientos cuenta con este metal como subproducto y la oferta proveniente de este tipo de explotaciones es bastante significativa.

Con respecto a los métodos de explotación utilizados, en el caso de la gran y mediana minería se explotan yacimientos de considerable magnitud a través de minería a cielo abierto o subterránea. En cuanto a la pequeña minería, ésta suele extraer el mineral desde fuentes aluviales o afloramientos superficiales a través de métodos artesanales. Este tipo de minería se encuentra principalmente en África, Asia y Latinoamérica, siendo Colombia un claro exponente.

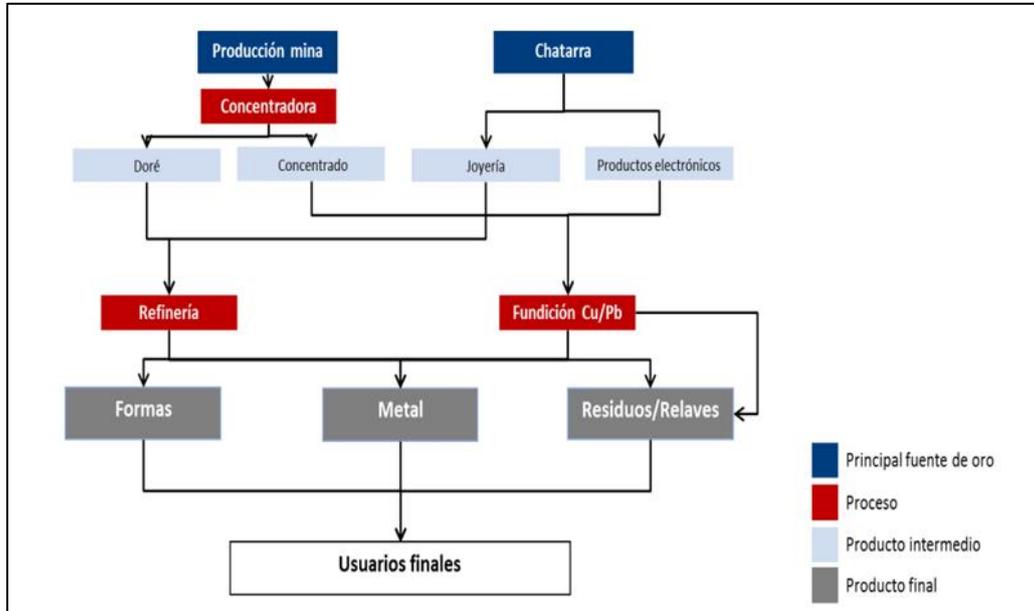
El nivel de actividad de este tipo de minería tiene ciertamente una directa relación con el nivel de precios del oro, el cual juega como incentivo fundamental para hallar, aunque sea pequeñas cantidades del metal y vendiéndolo a un precio unitario mayor que justifique su extracción.

De la misma forma, un comportamiento muy similar se observa en la oferta secundaria de oro dada por la recuperación del metal a partir de productos desechados (chatarra) de tal forma que existe un efecto positivo en el aumento de los precios que incentiva el reciclaje de oro desde la chatarra.

Con respecto a la cadena de valor, 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 (ver Figura 1), este último no se desarrollará en este documento teniendo en cuenta que su alcance está focalizado en la comercialización del oro proveniente de la minería. 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 en concentrados contenido como subproducto de cobre o plomo, entre otros².

Figura 1. Cadena de valor del oro



Fuente: CRU Strategies

Para los lingotes doré y la chatarra de joyería, dado el alto contenido de oro se pasa 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.

5 Potencial geológico y minero del oro en Colombia

5.1 Potencial geológico

De acuerdo con el Servicio Geológico Colombiano-SGC- el potencial mineral está definido como la probabilidad de ocurrencia de recursos minerales no descubiertos en un área determinada. Según la misma institución, aunque el término está estrechamente relacionado con la favorabilidad de recursos, el potencial mineral hace referencia a un área específica mientras que la favorabilidad se relaciona con un entorno geológico o con un tipo de roca específico (Grupo de Trabajo Potencial de Minerales, 2023). Con base en lo anterior, a continuación, se presenta la favorabilidad geológica para depósitos de oro en Colombia, lo que incluye las ocurrencias, actuales zonas de explotación, prospectos y depósitos que se conocen hasta la fecha y que han sido incluidos en el Mapa Metalogénico de Colombia-2022 (Sepúlveda, y otros, 2022).

² 2018, CRU Strategies. Carbón térmico Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035
<https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/nal-minerales-portadas.aspx>

Posteriormente, se presentan los distritos metalogénicos de interés para oro, que, como su nombre lo indica, se pueden considerar como zonas de interés y potenciales.

En Colombia, existe una gran cantidad y variedad de ocurrencias minerales debido al entorno tectónico altamente activo, la diversidad de ambientes geológicos y la historia orogénica prolongada de los Andes del norte (Shaw, 2000). Se presentan diversos tipos de depósitos, ya sean asociados a magmatismo (pórfidos, epitermales, relacionados a intrusivos o volcanogénicos); asociados con procesos metamórficos como los depósitos orogénicos; o asociados con procesos residuales, como los depósitos de placer. Las características de estos depósitos en Colombia, su ambiente de formación, así como su mineralización y depósitos representativos se pueden apreciar en la Tabla 1.

Asimismo, en la Figura 2 se observa la distribución de ocurrencias y depósitos clasificados por tipo; donde se puede evidenciar que la presencia del oro y minerales con oro es alta en la cordillera central, seguida de la cordillera occidental y la cuenca pacífica colombiana, esta última con la mayor cantidad de depósitos de placer del país. Los departamentos con mayor cantidad de ocurrencias y depósitos según el Mapa Metalogénico de Colombia (Sepúlveda, y otros, 2022) son Antioquia, Chocó, Caldas, Valle del Cauca, Tolima, Bolívar y en menor proporción Nariño, Cauca, Guainía, Putumayo y Huila. También se observan algunas evidencias en Santander, Risaralda, Córdoba, Cesar, Caquetá, La Guajira y Vaupés.

Según Arias y López Colombia tiene un alto potencial de oro, pero la cantidad total es desconocida (Arias & López, 2019). Actualmente las empresas mineras con título de concesión realizan la evaluación y estimación de los recursos de las zonas que les han sido asignadas, mientras que los mineros de subsistencia explotan el material sin conocer sus reservas. Sin embargo, con base en la información geológica y la presencia de ocurrencias y depósitos de diversas características se han podido establecer los distritos metalogénicos que, en el caso del oro, corresponden a áreas donde el oro es el *commodity* o producto principal (Figura 3). Estas zonas permiten evidenciar un alto potencial para explotación de oro, ya sea en depósitos cercanos o asociados a actuales zonas de explotación.

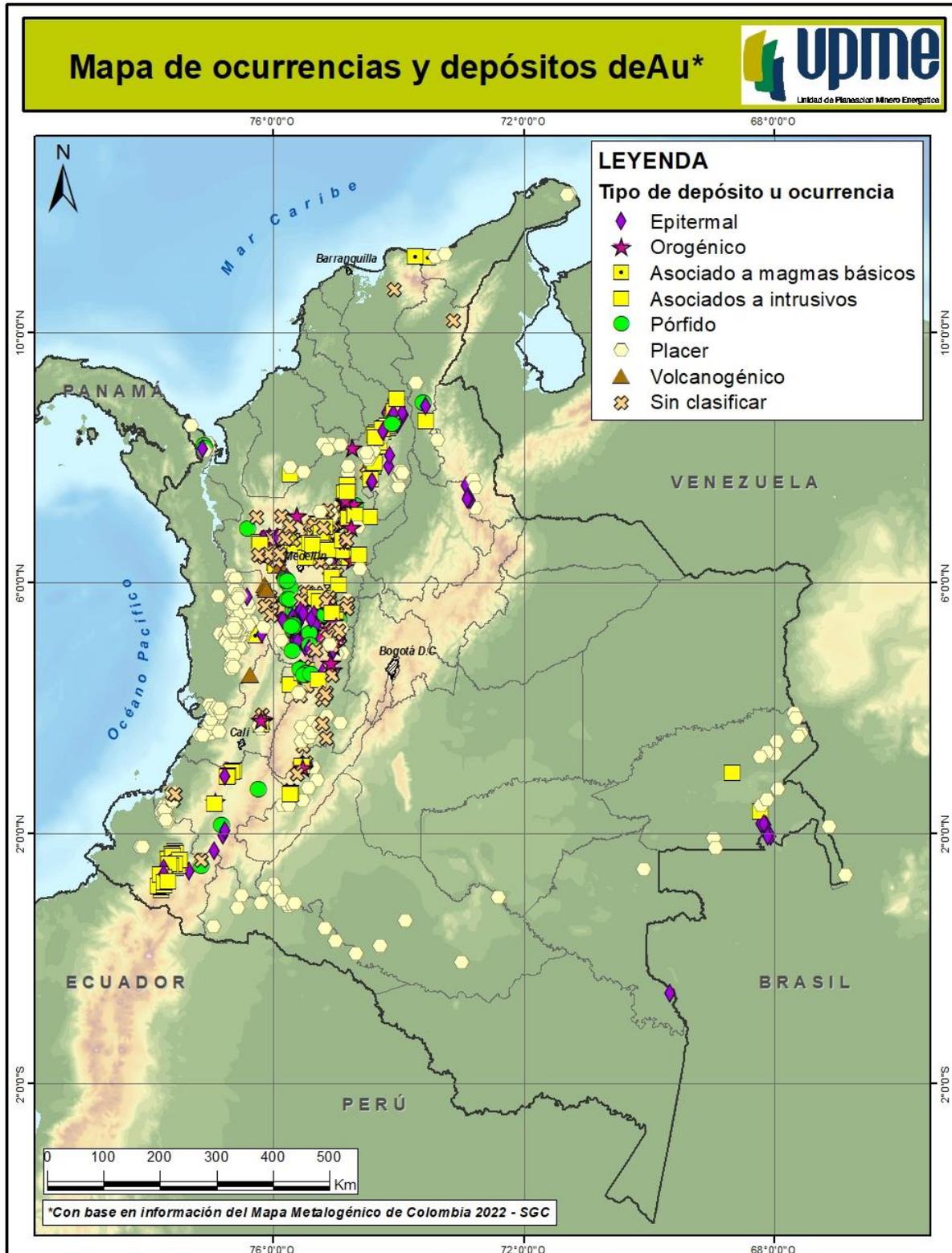
Tabla 1. Tipos, características principales y ejemplos de los depósitos de oro en Colombia

Tipo de depósito	Descripción	Ambiente geológico	Mineralización	Ejemplos
Pórfidos de oro, oro-cobre y otros	Diseminaciones, enrejados de vetillas (<i>stockworks</i>)	Cuerpos plutónicos subvolcánicos e hipoabisales intruidos en ambientes de arco magmático en márgenes continentales activas; de edades Jurásico, Eoceno, Mioceno y Pleistoceno	Estructuras y texturas diseminadas, en vetillas (enrejados) y venas rellenando fracturas, con mineralización de oro + electrum + pirita ± calcopirita ± galena ± esfalerita ± magnetita ± tetraedrita ± acantita ± freibergita ± molibdenita	La Colosa [Au] (Tolima); Titiribí [Au-Cu], Quebradona-Nuevo Chaquiro [Cu-Au] (Antioquia)
Asociados a intrusivos	Venas y vetillas en o cerca de una intrusión, principalmente en la aureola de contacto	Cuerpos plutónicos intruidos en ambientes de arco magmático en margen continental activa; de edades Jurásico, Cretácico, Paleoceno, Eoceno, Mioceno	Estructuras y texturas brechoides, venas y vetillas rellenando fracturas, con mineralización de oro + pirita + calcopirita + galena + esfalerita ± pirrotina ± arsenopirita ± electrum ± tetraedrita ± magnetita ± otros	El Silencio [Segovia/Remedios], Gramalote (Antioquia); La Cabaña-San Martín de Loba (Bolívar); La Golondrina (Nariño)
Epitermales	Venas, vetillas y brechas emplazadas en rocas metamórficas e ígneas, con foma tabular	Se emplazan en rocas ígneas efusivas (tobas y basaltos), pórfidos o plutones; en rocas metamórficas (gneises, esquistos) y en rocas sedimentarias, en ambientes de arco magmático en margen continental activa y cordillerano; de edad Jurásico, Cretácico, Cenozoico	Diseminado, vetillas (paralelas y en enrejado) y venas rellenando fracturas, con mineralización de oro + electrum + calaverita + proustita ± plata ± petzita ± sylvanita + enargita + calcosina + covelina ± bornita ± digenita ± calcopirita ± galena ± esfalerita ± pirita ± pirrotina ± arsenopirita ± marcasita ± tetraedrita ± wolframita ± molibdenita	Angostura [Soto Norte] (Santander); Buriticá (Antioquia); Jerez-Barranco de Loca (Bolívar)
Volcanogénicos	Concentraciones masivas, podiformes, vetiformes y estratoligadas de sulfuros, emplazadas en sucesiones volcanosedimentarias de origen oceánico	Asociaciones ofiolíticas, tobas y rocas sedimentarias masivas de grano fino en ambientes de dorsales oceánicas en cuencas oceánicas controladas por fallas de edad Cretácico	Estructuras y texturas masivas, vetiformes y brechiformes, con minerales como calcopirita + oro + cobre + pirita + esfalerita ± pirrotina ± azurita ± malaquita	El Dovio (Valle del Cauca), El Roble (Chocó), Anzá (Antioquia)

Tipo de depósito	Descripción	Ambiente geológico	Mineralización	Ejemplos
Orogénicos	Venas masivas encajadas en rocas ígneas y sedimentarias de sucesiones ofiolíticas	Asociaciones ofiolíticas, tobas, gabros, basaltos y rocas sedimentarias masivas de grano fino en cinturones móviles de margen continental, o márgenes con bloques acrecidos de corteza oceánica. Se encuentran en suturas y sistemas de fallas y diaclasas; con edades Cretácico y Paleoceno	Venas y vetillas en enrejado controlados estructuralmente, asociados a zonas de cizalla, con minerales como Oro + plata + eléctrum + pirita ± calcopirita ± galena ± esfalerita ± tetraedrita ± pirrotina ± covelina ± bornita ± marcasita ± hematita	Cueva Loca y El Retiro-Ginebra (Valle del Cauca); Las Ánimas, El Gran Porvenir (Tolima)
Depósitos de placer	Concentraciones superficiales de oro nativo en granos y <i>nuggets</i> en depósitos aluviales.	Gravas, arenas y arcillas en lechos y llanuras de inundación (no consolidado). Ambiente sedimentario continental, en terrazas, llanuras de inundación y abanicos aluviales	Se presentan granos pequeños y <i>nuggets</i> de oro ± platino asociados a canales activos y abandonados. Control estratiforme	Sipí, río Iró y río Condoto (Chocó); La Víbora y Amalfi (Antioquia); río Dagua (Valle del Cauca), entre otros.
Depósitos sin clasificar	Depósitos usualmente vetiformes hospedados en rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias	Rocas plutónicas graníticas principalmente, volcánicas, metamórficas y sedimentarias psamíticas; de edades Mesozoico y Cenozoico	Vetillas y vetas tabulares y en enrejado, rellenando fracturas, con minerales como oro ± cobre ± plata ± pirita ± esfalerita ± pirrotina ± azurita ± malaquita ± molibdenita ± galena ± covelina ± arsenopirita ± argentita ± magnetita ± hematita	Depósitos identificados principalmente en Antioquia y Tolima

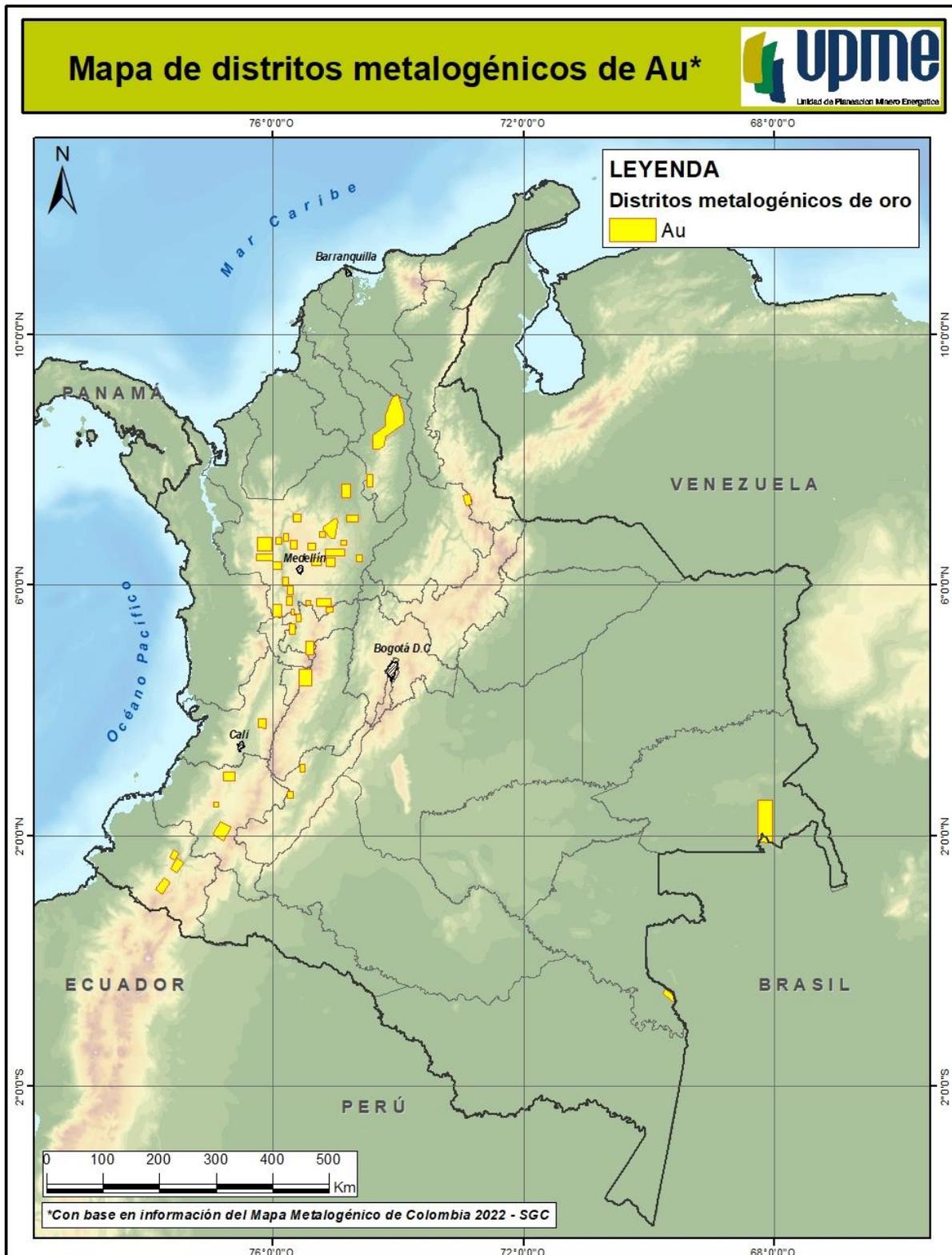
Fuente: elaboración propia con base en Mapa Metalogénico de Colombia-2018 (López Isaza et al., 2018) y Mapa Metalogénico de Colombia-2022 (Sepúlveda et al., 2022)

Figura 2. Mapa de ocurrencias y depósitos de oro en Colombia clasificados según su tipo



Fuente: elaboración propia UPME con base en información del Mapa Metalogénico de Colombia (Sepúlveda, y otros, 2022).

Figura 3. Distritos metalogénicos de oro en Colombia



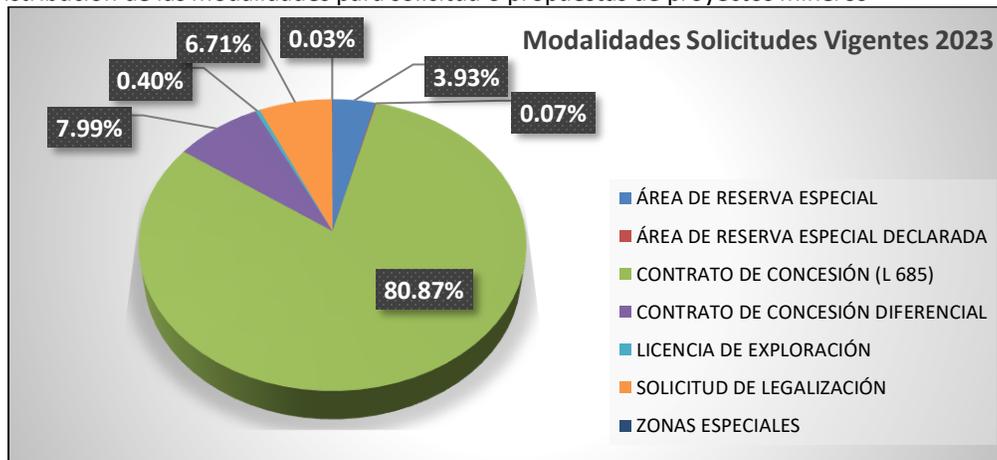
Fuente: elaboración propia UPME con base en información del Mapa Metalogénico de Colombia (Sepúlveda, y otros, 2022).

5.2 Potencial Minero

Para los fines del presente documento, se analizará el potencial minero como la posibilidad de que una propuesta o un proyecto logre culminar y superar sus etapas previas para posteriormente entrar en una fase de producción y comercialización, esto quiere decir que logre entrar a una fase de explotación bajo los parámetros establecidos por la normatividad y el administrador del recurso.

De acuerdo con datos de la Agencia Nacional de Minería-ANM, para el cuarto trimestre del 2023 se tienen 7.947 solicitudes mineras vigentes, de las cuales 3.515 registros demandan dentro de su propuesta el “oro y sus concentrados”³ como parte de los minerales a explorar y explotar (Agencia Nacional de Minería, 2023). Estas solicitudes fueron realizadas por medio de los diferentes mecanismos y modalidades establecidas por la ley, dentro de los que cabe resaltar: propuestas de contratos de concesión (Ley 685), propuestas de contratos de concesión diferencial y áreas de reserva especial; así mismo, se registran solicitudes a través de figuras que han perdido su vigencia o se el término para su radicación ya feneció, tales como son las licencias de exploración y solicitudes de legalización (Figura 4).

Figura 4. Distribución de las modalidades para solicitud o propuestas de proyectos mineros



Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

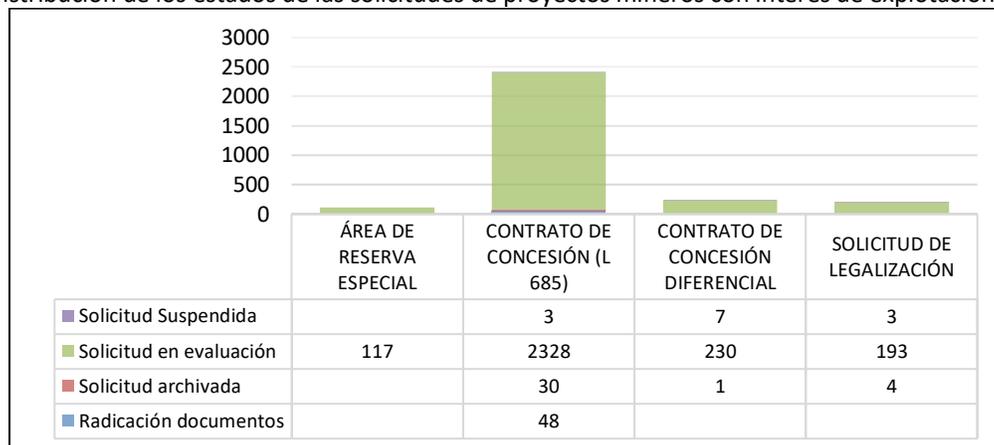
Por otra parte, es preciso indicar que, dentro del reporte de la ANM se registran las Áreas de Reserva Especial (ARES) declaradas como parte de este grupo de solicitudes; sin embargo, al considerar que a las ARES se les permite la extracción, una vez es expedido el acto administrativo que las declara y las delimita, para el caso de este documento serán objeto de análisis en el capítulo oferta de mineral. Además, dichas solicitudes pueden encontrarse en diferentes estados de conformidad con la clasificación administrativa definida por la autoridad minera, como son: solicitud en evaluación, solicitud suspendida, radicación de documentos o solicitud archivada. Lo anterior define un menor o mayor grado de certidumbre sobre la proximidad para convertirse en una concesión que posteriormente se encamine hacia un proyecto aurífero.

De acuerdo con lo mencionado, en la Figura 5 se muestra la razón entre las diferentes modalidades y sus respectivos estados administrativos. Se puede observar que el mayor porcentaje de las solicitudes se encuentran en estado de evaluación (96.8%), lo cual permite considerar una mayor probabilidad de

³ 536 solicitudes a pesar que aparece “oro y sus concentrados” como mineral otorgado, también registran que lo tienen inactivo de acuerdo con la base de datos de Anna Minería

solicitudes con opción de viabilidad frente a un 3.2% de solicitudes que se hallan en estado de archivo, suspensión o radicación de documentos; condiciones últimas que no descartan la posibilidad de viabilidad, pero que si la reducen.

Figura 5. Distribución de los estados de las solicitudes de proyectos mineros con interés de explotación aurífera



Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023⁴

Al centrar el interés en aquellas modalidades que tienen alta cantidad de solicitudes y que disponen de mayor viabilidad por su estado administrativo (solicitudes en evaluación); a continuación, se relacionan gráficamente la distribución porcentual por escala de minería (Figura 6) y geográficamente por departamentos (Figura 7).

Figura 6. Distribución porcentual de las solicitudes por escalas de la minería

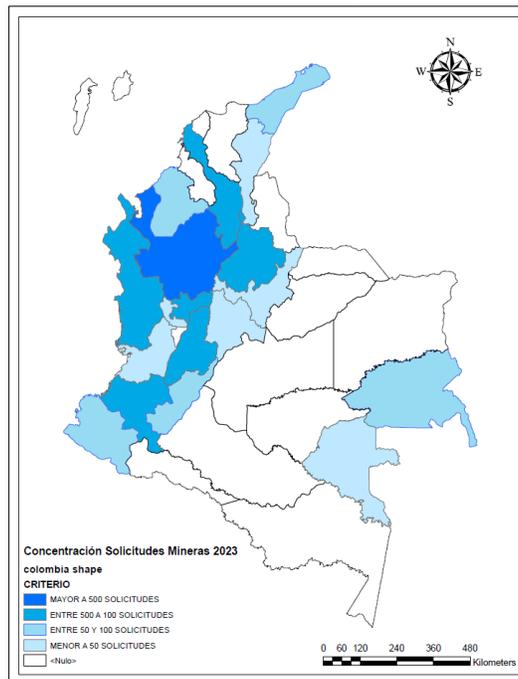


Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

Para la Figura 6 no se tuvieron en cuenta las solicitudes no clasificadas dentro alguna de las escalas de la minería, ni aquellas determinadas como “No aplica”, concerniendo estas a un valor de 127 y 2 respectivamente. En lo que atañe a las zonas de interés, se priorizaron los departamentos con mayor cantidad de solicitudes correspondiendo estos aproximadamente el 80% de los registros (Figura 7). No obstante, existen otras regiones de interés para los proponentes en las cuales la cantidad de solicitudes son menores (menor a 20). Estas regiones se encuentran ubicadas en los departamentos de Meta, Putumayo, Magdalena, Quindío, Norte de Santander, Caquetá, Vichada y Casanare.

⁴ Las denominaciones Contrato de Concesión (L685) y Contrato de Concesión Diferencial corresponden a Propuesta de Contrato de Concesión (PCC) y Propuestas de Contrato de Concesión Diferencial (PCCD) respectivamente.

Figura 7. Principales regiones de interés de las solicitudes mineras, corte 2023



Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

5.2.1 Proyectos mineros en etapas previas a la explotación y oferta efectiva del mineral

En la presente sección se mostrarán las cifras de los proyectos que se encuentran en la etapa de exploración y la etapa de construcción y montaje, considerando que se presume la oferta efectiva o real a través de los proyectos que se hallan en la etapa de explotación y permiten su efectiva comercialización.

En ese sentido, es adecuado entender que los proyectos mineros para estas etapas, y según la normatividad del sector, se hallan clasificados en pequeña, mediana y gran minería de acuerdo con el número de hectáreas otorgadas en el respectivo título (Ministerio de Minas y Energía, 2016); lo cual permitiría dimensionar en una primera instancia, la magnitud del proyecto de interés para explotación (ver Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los títulos mineros en etapa de exploración

Clasificación	N°. de hectáreas
Pequeña	Menor o igual a 150
Mediana	Mayor a 150 pero menor o igual a 5.000
Grande	Mayor a 5.000 pero menor o igual a 10.000

Fuente: elaboración propia a partir del Decreto 1666 de 2016.

No obstante, se aclara que en estas etapas el mineral aurífero suele ser otorgado sin la efectiva certeza sobre la viabilidad de explotarlo. Es así que, solo hasta el desarrollo de los estudios técnicos pertinentes que conllevan a la etapa de explotación, tanto el proponente como la autoridad minera pueden tener mayor certeza sobre el mineral a extraer.

Por otra parte, en la Tabla 3 se observa que la mayor cantidad de proyectos que tienen activos (estado vigente) sus trámites administrativos se encuentran en la etapa de exploración, con un total de 455 títulos frente a 148 de la etapa de construcción y montaje. No obstante, es preciso aclarar que algunos de estos 603 títulos mineros pueden tener inactivo el mineral aurífero, de acuerdo con lo indicado en la base de datos de la Agencia Nacional de Minería (Agencia Nacional de Minería, 2023).

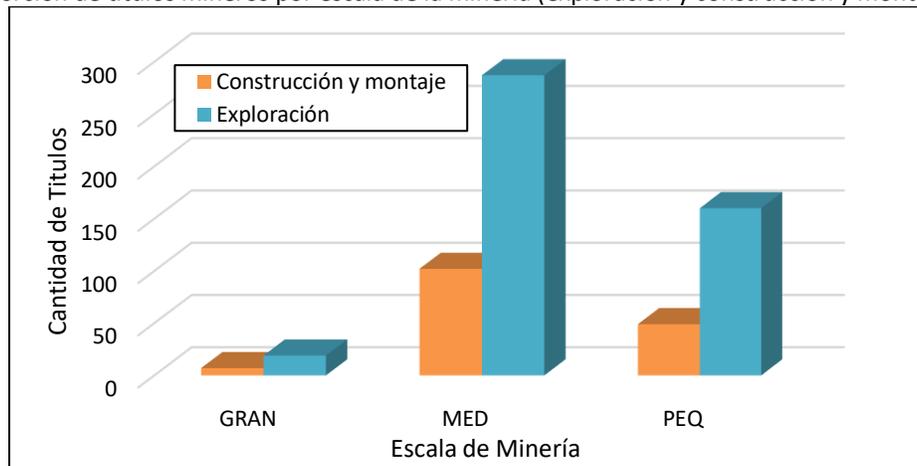
Tabla 3. Estado de los títulos mineros en etapa de exploración y construcción y montaje

Etapa	Estado	Cantidad	Total	Porcentaje de participación en la etapa
Exploración	Activo	455	529 (24.8%)	86,0%
	Suspendido	56		10,6%
	Terminado	2		0,4%
	Terminado – en proceso de liquidación	16		3,0%
Construcción y Montaje	Activo	148	194 (9.1%)	76,3%
	Suspendido	13		6,7%
	Terminado	1		0,5%
	Terminado – en proceso de liquidación	32		16,5%
TOTAL		723		

Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

En la Figura 8 se observa cómo los proyectos activos se encuentran distribuidos de acuerdo con la escala de la minería, donde se aprecia que el mayor porcentaje de títulos mineros para las dos etapas corresponden a mediana y pequeña minería. Esto implica una mayor carga administrativa para los trámites de la autoridad minera y las autoridades ambientales competentes, especialmente para las Corporaciones Autónomas Ambientales Regionales.

Figura 8. Proporción de títulos mineros por escala de la minería (exploración y construcción y montaje)

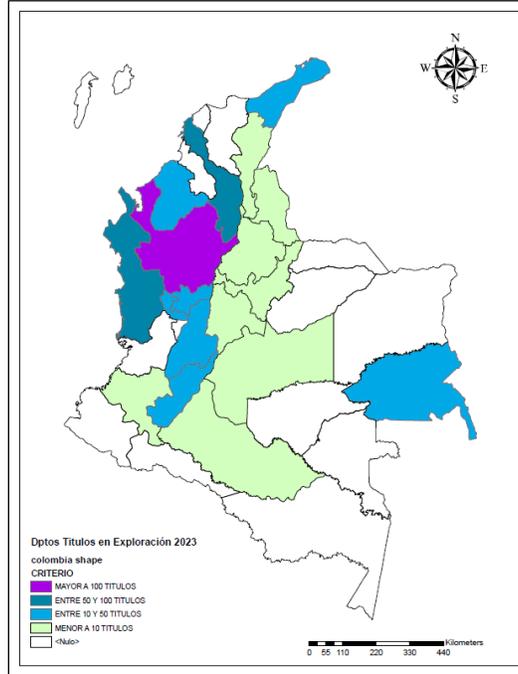


Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

De acuerdo con la Figura 9, la mayor cantidad de títulos mineros que se hallan en etapa de exploración se ubican geográficamente en los departamentos de Antioquia, Chocó, Bolívar, Tolima y Córdoba, entre otros. Esto indica un alto interés por desarrollar el potencial aurífero en estas regiones del país. Por otra parte, en una fase más avanzada correspondiente a la etapa de construcción y el montaje, se observa que la mayor cantidad de títulos mineros, especialmente asociados a escalas de mediana y pequeña minería

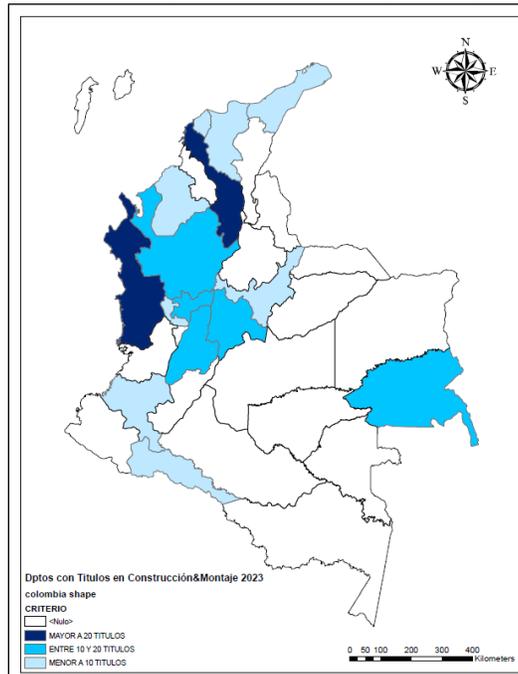
se sitúan en los departamentos de Chocó, Bolívar, Tolima, Antioquia, Caldas y Guainía. No obstante, es preciso aclarar que existen otros departamentos con menor concentración, tales como: Cundinamarca, Boyacá, Risaralda, Cauca, La Guajira, Córdoba, Magdalena, Putumayo y Atlántico (ver Figura 10).

Figura 9. Distribución de títulos mineros en etapas de Exploración de acuerdo con Anna Minería - ANM



Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

Figura 10. Distribución de títulos mineros en etapas de Construcción y montaje de acuerdo con Anna Minería - ANM



Fuente: elaboración propia a partir de Anna Minería 2023

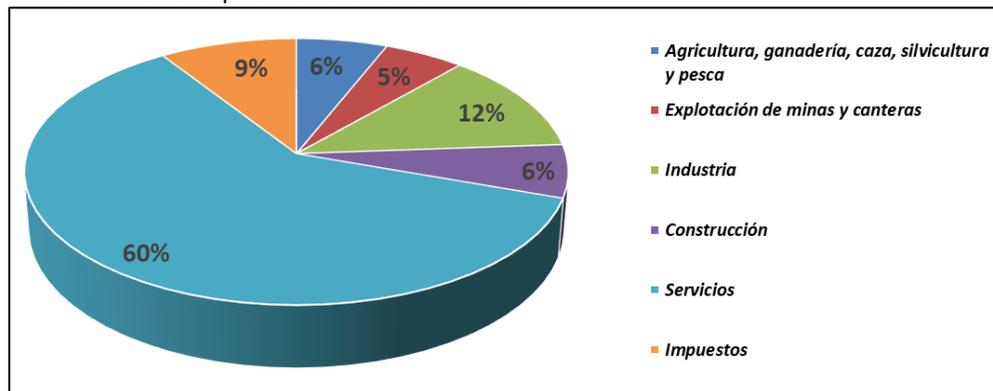
6 Mercado de oro

6.1 Importancia del oro en la economía colombiana

La minería es uno de los sectores de la economía que mayor importancia tiene en el país debido a que es fundamental en las primeras etapas de varios encadenamientos productivos (agricultura, joyería, combustibles, transporte, tecnología, energías renovables, etc.) y por tanto clave en los procesos de reindustrialización que viene liderando el Gobierno Nacional junto con los empresarios, la academia y las comunidades locales.

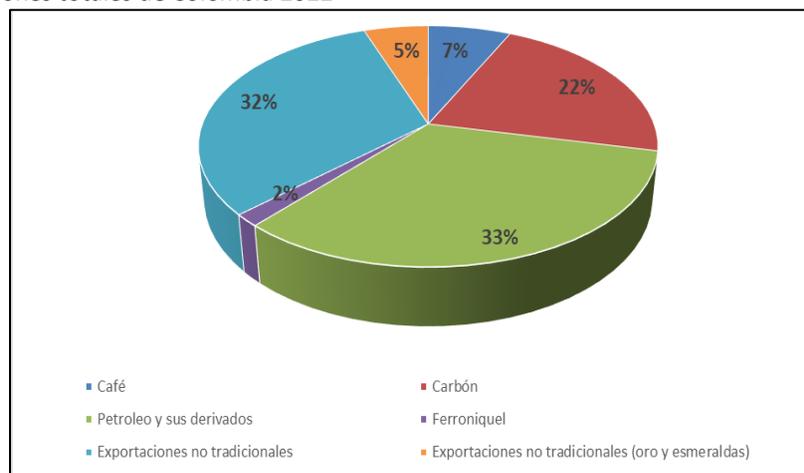
La industria de explotación de minas y canteras aporta el 5% del PIB total (Gráfico 1), es el sector que lidera las exportaciones y también contribuye con el pago de regalías; pues en efecto, en 2022 se pagaron más de 5,4 billones de pesos. En 2022 las exportaciones relacionadas con productos mineros tales como carbón, ferroníquel, oro y esmeraldas se constituyeron como la segunda fuente de ingresos para el país derivado del comercio exterior, después del petróleo y sus derivados, alcanzando los 16.280 millones de dólares, equivalente al 28,5% del total de exportaciones del país (Gráfico 2).

Gráfico 1. Producto interno Bruto por sectores de la economía



Fuente: elaboración propia UPME 2023, con base en cifras del DANE Producto Interno Bruto PIB nacional trimestral - 2012-2021

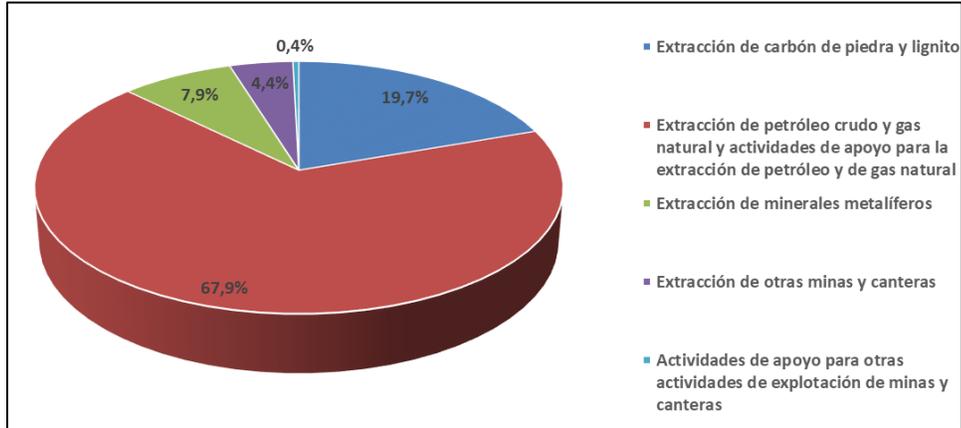
Gráfico 2. Exportaciones totales de Colombia 2022



Fuente: elaboración propia UPME 2023, con base en cifras del DANE Colombia, exportaciones de café, carbón, petróleo y sus derivados, ferroníquel y no tradicionales – 1992 – 2023

Por su parte, el PIB minero está liderado por las actividades relacionadas con la extracción de petróleo crudo y gas natural, correspondiente al 68%, seguido por la extracción de carbón de piedra y lignito (20%) y en tercer lugar sobresale la extracción de minerales metalíferos (8%) (Gráfico 3).

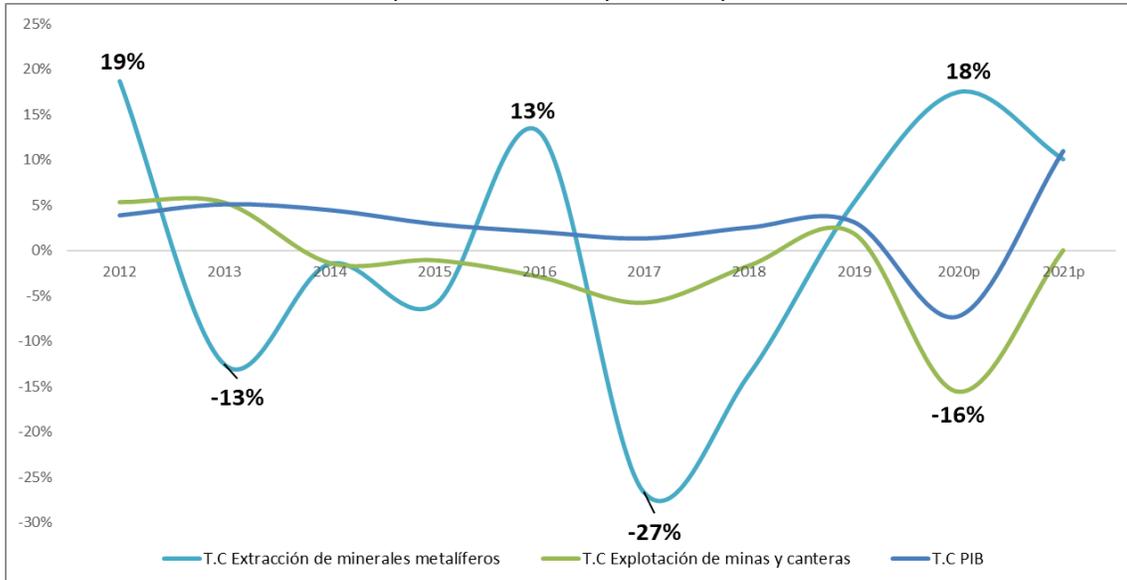
Gráfico 3. Producto interno Bruto por actividades del PIB minero



Fuente: elaboración propia UPME 2023, con base en cifras del DANE Producto Interno Bruto PIB nacional trimestral - 2012-2021

Con respecto a la dinámica del comportamiento de la producción, el PIB de explotación de minas y canteras y el de extracción de minerales metalíferos, se puede apreciar en el Gráfico 4 que los dos primeros tienen un comportamiento que se correlaciona en gran medida, en particular entre el 2018 y el 2022 el comportamiento ha sido similar resaltando la fuerte caída presentada en 2020 derivada de la pandemia.

Gráfico 4. Tasa de crecimiento PIB, PIB Explotación de minas y canteras y PIB Extracción minerales metalíferos



Fuente: elaboración propia UPME 2023, con base en cifras del DANE Producto Interno Bruto PIB nacional trimestral - 2012-2021

Por su parte, el PIB de minerales metalíferos presenta una mayor variabilidad con respecto a las otras dos series, alcanzando su mayor valor en 2012, cuando se registró un crecimiento sostenido en el precio de los *commodities*, derivado de la crisis financiera internacional y reflejándose en un incremento importante del valor de la producción de estos bienes. Durante los siguientes años la variación del valor de la producción estuvo oscilando entre el 13% y el -13% y para 2017 presentó la mayor caída de los últimos 10 años llegando a decrecer hasta un 17%, lo cual estuvo estrechamente relacionado con la caída de los precios a nivel internacional y finalmente, para 2020 se comportó de manera contracíclica al comportamiento de la economía en su conjunto, creciendo a tasas positivas y cercanas al 20%. Este comportamiento remarca la importancia de contar con una actividad minera fortalecida que sea capaz de responder a momentos de desaceleración económica manteniendo un flujo constante de divisas para el país y el pago de regalías.

6.2 Oferta de oro

6.2.1 Clasificación de los explotadores/productores de oro en Colombia

La producción de oro en el país se realiza a partir de las diferentes figuras y autorizaciones que facilitan la materialización de la extracción o explotación de los productos áureos que posteriormente entrarán en la cadena de transformación y comercialización. Es importante comprender cómo se encuentran organizados los diferentes actores y poblaciones que participan en la producción (extracción o explotación) de mineral e identificar como estos son reconocidos por el Estado, bien sea a través de la normatividad o los sistemas de información disponibles.

En primer lugar, se tiene la clasificación por escala de producción (Ministerio de Minas y Energía, 2016), el cual habla de los títulos mineros en etapa de explotación y los diferencia para minería a pequeña, mediana y gran escala de acuerdo con su producción máxima anual (toneladas de material útil removido o metros cúbicos de material útil removido y estéril removido). Para el caso de los metales preciosos, el cual incluye oro, se determinaron los valores de la Tabla 4. Si bien la norma diferencia los títulos mineros en explotación por escalas, los sistemas de información del sector que registran la producción o comercialización de minerales no lo hacen (Agencia Nacional de Minería, 2023). No obstante, para fines del presente documento, esta información se incluye en la Tabla 4, en aras de poder entender las dinámicas poblacionales y comerciales del metal precioso.

Tabla 4. Clasificación de los títulos mineros en etapa de explotación para metales preciosos (oro, plata y platino)

Clasificación	Método de explotación	Unidad de Medida	Valor de referencia (Ton/año o M ³ /año)
Pequeña	Subterránea	Tonelada/año	Hasta 15.000
	Cielo Abierto	M3/año	Hasta 250.000
Mediana	Subterránea	Tonelada/año	>15.000 hasta 300.000
	Cielo Abierto	M3/año	>250.000 hasta 1.300.000
Gran	Subterránea	Tonelada/año	>300.000
	Cielo Abierto	M3/año	>1.300.000

Fuente: elaboración propia a partir del Decreto 1666 de 2016 de Ministerio de Minas y Energía

Por otro lado, el Decreto 1666 de 2016, que adiciona el Decreto 1073 de 2015, reconoció la Minería de Subsistencia como la actividad minera desarrollada por personas naturales mediante el uso de medios o herramientas manuales; para el caso de metales preciosos enmarcadas en dos subgrupos a su vez: el

primero correspondiente a las personas que ejercen las labores de barequeo (Congreso de Colombia, 2001) y el segundo a las que desarrollan la recolección de minerales (comúnmente denominado en algunas regiones como chatarreo) (Ministerio de Minas y Energía, 2015). Para la Minería de Subsistencia de los metales preciosos, el Ministerio de Minas y Energía mediante Resolución 4 0103 de 2017 (Ministerio de Minas y Energía, 2017), estableció los volúmenes de producción mensual y anual, tal como se muestra en la Tabla 5. Así las cosas, hasta el momento se encuentran dos grupos de productores: los titulares mineros y los mineros de subsistencia.

Tabla 5. Volúmenes de producción de metales preciosos (oro, plata y platino)

Mineral o material	Valor promedio mensual (g)	Valor máximo de producción anual (g)
Metales preciosos (Oro, Plata, Platino)	35	420

Fuente: elaborado a partir de la Resolución 4 0103 de 2017 de Ministerio de Minas y Energía

Por otra parte, el sector minero colombiano históricamente ha venido buscando soluciones en los aspectos de legalización de mineros que tradicionalmente han desarrollado el ejercicio de extracción y que tanto por conocimiento, capacidades y habilidades propias de la población, así como por falta de estrategias integrales del Estado, no han podido obtener un resultado esperado.

Por lo anterior, se hace referencia a la población minera beneficiaria de Áreas de Reserva Especial –ARE´s- o figuras de Formalización Minera con prerrogativas de explotación, a los cuales la ley y sus respectivas reglamentaciones les permite la producción de minerales mientras obtienen un título o mientras establecen sus instrumentos mineros y ambientales definitivos.

De otro lado, se encuentra que el sistema del Registro Único de Comercializadores de Minerales –RUCOM- de la Agencia Nacional de Minería agrupa a los productores sin necesidad de una especificidad como lo hace la norma, pero que para el entendimiento de algunos aspectos de la dinámica social y comercial se considera importante correlacionarlos.

De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 6 se pueden identificar adecuadamente la clasificación de los diferentes grupos poblacionales mineros, que de conformidad con la reglamentación tienen la posibilidad de explotar y por consiguiente ofertar su producción.

Tabla 6. Relación entre la clasificación de productores de oro según la normatividad y la clasificación de productores

Clasificación según Sistema de Información RUCOM	Agrupación según otras normatividades
Titular	Pequeña Minería
	Mediana Minería
	Gran Minería
Barequeo Chatarreo (Seleccionador de Mineral)	Minero Subsistencia (Barequeo y Chatarreo)
Solicitante Legalización de Minería	
Beneficiario Área de Reserva Especial declarada	
Subcontrato de Formalización	

Fuente: elaboración propia con base en información oficial del sistema tecnológico del Registro Único de Comercializadores de Minerales - RUCOM

6.2.2 Producción de oro en Colombia

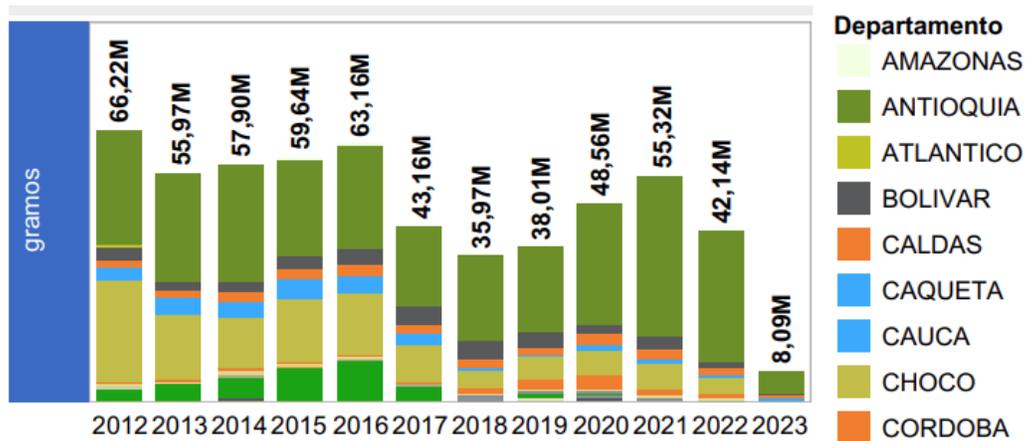
Como se indicó previamente, la oferta de mineral o metal aurífero se da gracias a la posibilidad de explotación a nivel nacional y de conformidad con ello existen registros de producción (ver Tabla 7) que permiten observar el comportamiento de la misma de acuerdo con la clasificación dada en el Registro Único de Comercializadores de Minerales - RUCOM (Agencia Nacional de Minería, 2023). Dichos registros de producción son calculados a nivel local, regional y nacional por la autoridad minera colombiana de acuerdo con los registros de las “*contraprestaciones económicas y regalías*” generadas. En la Figura 11 se muestra el comportamiento de producción anual desde el año 2012 hasta el momento, asociados a la declaración y pago de las regalías. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2023).

Tabla 7. Cantidad y porcentaje de participación en la producción de oro por explotador

Explotador	2021		2022	
	Toneladas	%	Toneladas	%
Barequeros	27,83	50,12	20,74	49,2
Título Minero	23,27	41,91	19,39	46,02
Subcontratos de Formalización	2,46	4,43	1,00	2,37
Áreas de Reserva Especial declaradas	1,02	1,84	0,50	1,18
Solicitudes de Legalización	0,83	1,5	0,49	1,16
Chatarrero	0,11	0,21	0,03	0,07

Fuente: elaboración propia a partir de las Fichas de Oro 05 y 06 (ANM)

Figura 11. Volúmenes de producción de oro a nivel nacional y departamental asociados al pago de regalías

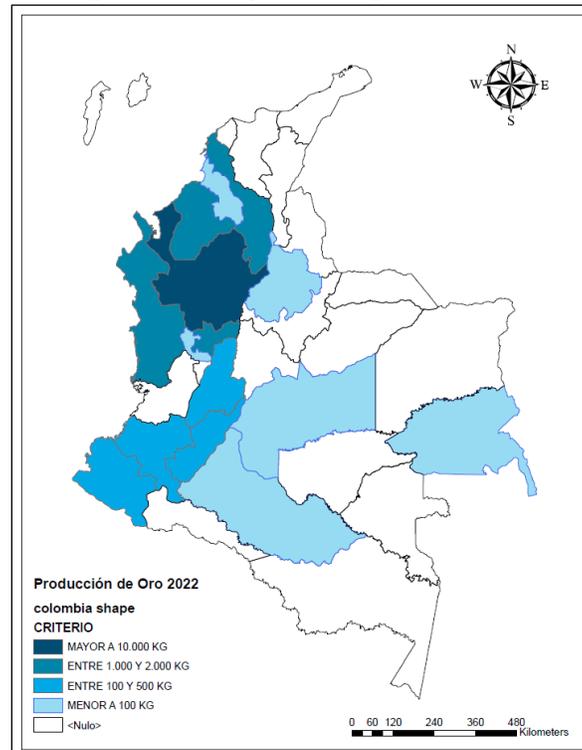


Elaboró: Subdirección de minería UPME. Producción (con base en regalías) actualizada a marzo de 2023. Fuente: Agencia Nacional de Minería - ANM.

La producción asociada al pago de regalías se mantuvo de manera estable hasta 2017 cuando decreció en más del 31% debido a las diferentes acciones implementadas por la autoridad minera con el propósito de aumentar los niveles de formalización de esta actividad. En 2020, la producción asociada al pago de regalías vuelve a superar los 40 millones de gramos y se mantiene por encima de esta barrera hasta 2022. Por su parte, los departamentos de Antioquia, Chocó, Nariño, Bolívar, Cauca y Caldas se han consolidado

como los principales territorios de explotación y producción del mineral, tal como se observa en la Figura 12.

Figura 12. Principales Departamentos productores a partir de la producción de oro de 2022 (con base en regalías)



Fuente: elaboración propia con base en datos UPME 2023

6.2.2.1 Producción de los Títulos Mineros

De acuerdo con las fichas de oro 05 (Agencia Nacional de Minería, 2021) y 06 (Agencia Nacional de Minería, 2022) con corte a 31 de mayo de 2022 y 2023 respectivamente, habían 2.062 y 2.055 títulos mineros otorgados para el desarrollo de contratos en los cuales el mineral aurífero se hallaba concesionado. No obstante, estos reportes no permiten detallar características grupales que han sido desarrolladas en el marco normativo del sector, tales como escalas de producción o estados de las concesiones y por ende se procede a tomar la información del sistema Anna Minería de la Agencia Nacional de Minería para profundizar al respecto (ver Tabla 8). Lo anterior, no sin antes la variabilidad entre los datos de las fichas y la base de datos en mención.

Tabla 8. Comparativo entre datos fichas de oro ANM y reporte Anna Minería actualizado

ETAPA	Ficha de Oro 05 (31/05/2022)	Ficha de Oro 06 (31/05/2023)	Anna Minería (11/09/2023)
Exploración	476	522	529
Construcción y Montaje	166	166	194
Explotación	1.420	1367	1413
TOTAL	2.062	2.055	2.136

Fuente: elaboración propia con base en Anna Minería

Es así como a través del reporte generado por el catastro minero se logra diferenciar los títulos mineros que se encuentran activos, suspendidos, terminados o terminados–en proceso de liquidación, aspecto de interés para poder establecer una dimensión de la cantidad de proyectos con mayor posibilidad de oferta asociada a la producción; de conformidad con la etapa en el ciclo minero. Así mismo, es propio reconocer que, para la etapa de construcción y montaje, la normatividad permite la opción de explotar anticipadamente, aunque para el caso de estudio no se considerará.

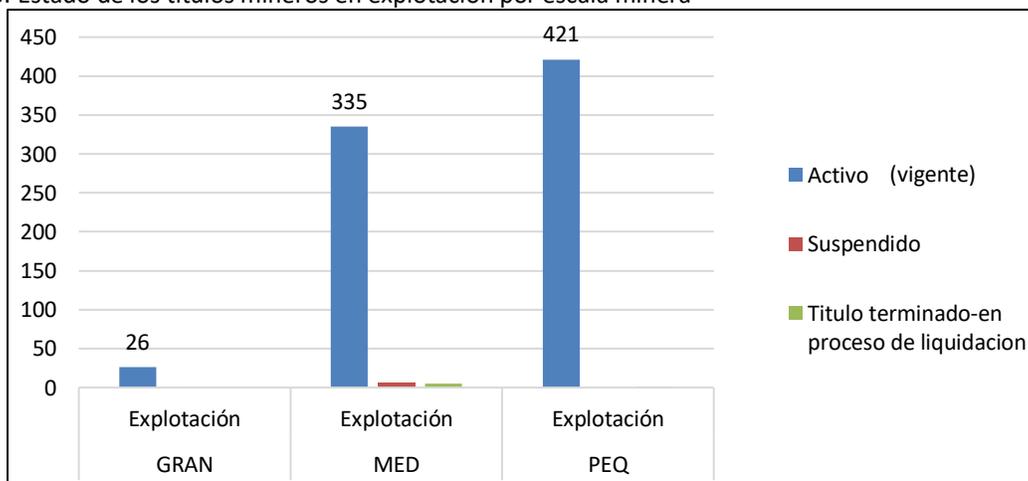
En la Tabla 9 se relacionan algunos datos obtenidos a partir del Sistema Integral de Gestión Minera - Anna Minería (Agencia Nacional de Minería, 2023), el cual permite denotar que 1.413 títulos se encontraban en etapa de explotación, lo cual equivale al 66.1% de la totalidad de otorgamiento para este mineral. Sin embargo, es preciso señalar también que los títulos a los cuales se les concierne una efectiva productividad, son aquellos que se hallan clasificados como activos, los cuales corresponden a 1.323⁵ (93.6% de los títulos en etapa de explotación). Así mismo, es posible diferenciar los títulos que pertenecen a cada una de las escalas de la minería (gran, mediana y pequeña)⁶, con el fin de considerar o relacionarlos con sus volúmenes de explotación y las posibilidades de metal producido (Figura 13).

Tabla 9. Estimación de porcentaje de los estados de los proyectos en la etapa de explotación

Etapa	Estado	Cantidad	Total	% de títulos en el estado
Explotación	Activo	1.323	1.413	93,6%
	Suspendido	8		0,6%
	Terminado	2		0,1%
	Terminado–en proceso de liquidación	80		5,7%

Fuente: elaboración propia con base en Anna Minería (2023)

Figura 13. Estado de los títulos mineros en explotación por escala minera⁷



Fuente: elaboración propia con base en Anna Minería (2023)

⁵ 387 títulos mineros activos tienen “oro y sus concentrados” como mineral otorgado, pero también registran que este mineral se halla inactivo - Base de datos de Anna Minería

⁶ Cabe aclarar que existen alrededor 87 títulos mineros en etapa de explotación que a la fecha no han sido clasificados según las escalas.

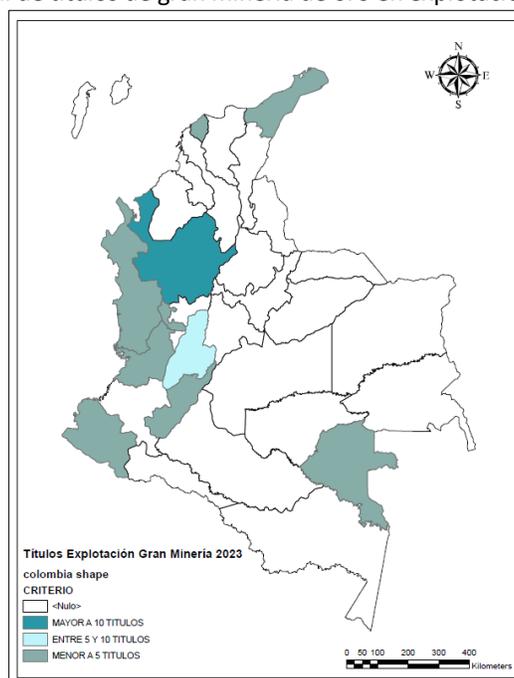
⁷ En la gráfica no se ven reflejados 9 títulos en etapa explotación que no indican algún tipo de clasificación y 40 que señalan una clasificación “NA”. Además, 1 de pequeña minería no indica su estado.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que muchos de estos títulos pueden tener inactivo el mineral “oro y sus concentrados” para su aprovechamiento, lo cual impediría la producción y comercialización. Revisada la base de datos en cuestión, se halló que, de los títulos activos en etapa de explotación, 936 tienen la posibilidad de ofertar el metal aurífero.

Estos títulos mineros se encuentran distribuidos a nivel regional y por escala de producción de la siguiente manera:

- Gran Minería (Figura 14): Registra alrededor de 26 títulos mineros de los cuales 11 se hallan en Antioquia, 5 en el Tolima, 2 en Nariño y 1 en cada uno de los departamentos de Risaralda, Chocó, Atlántico, Huila, La Guajira, Nariño, Valle del Cauca y Vaupés.

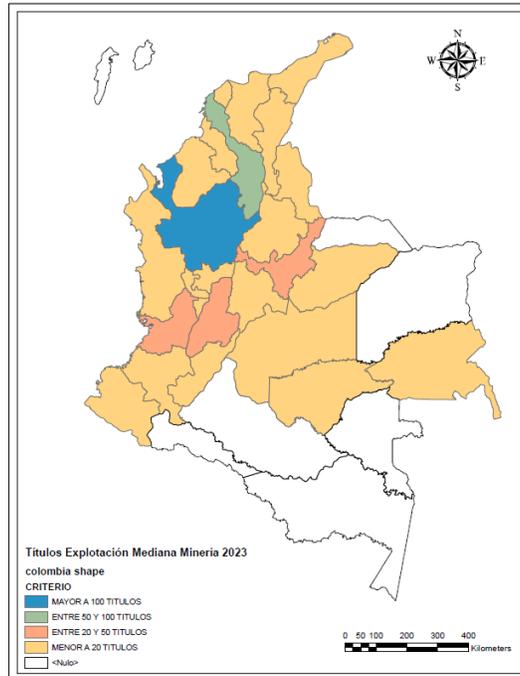
Figura 14. Concentración regional de títulos de gran minería de oro en explotación - activos



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Anna Minería – ANM (corte a 12 de julio de 2023)

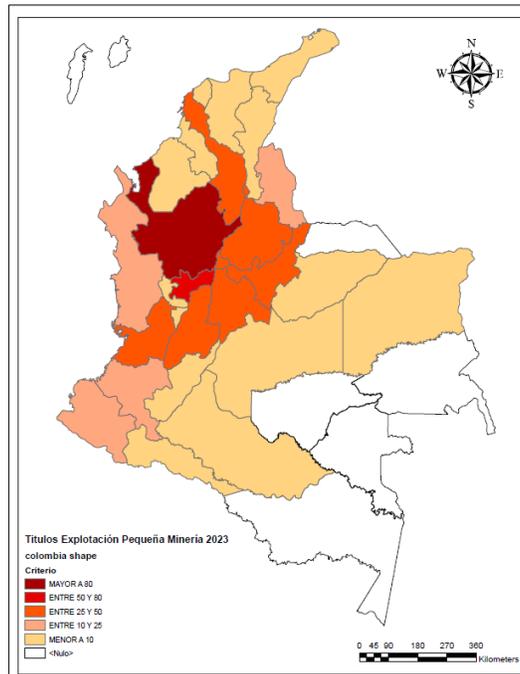
- Mediana Minería (Figura 15): Registra alrededor de 398 títulos mineros de los cuales los departamentos que concentran aproximadamente el 80% son: Antioquia (157), Bolívar (53), Boyacá (29), Tolima (23), Valle del Cauca (18), Santander (16), Cundinamarca (15), Huila (12). El resto de los 75 títulos de mediana minería se distribuyen principalmente dentro de los departamentos de Caldas, Nariño, César, Norte de Santander, Chocó, Córdoba y Guainía.
- Pequeña Minería (Figura 16): Con relación a esta escala de producción se identifican 498 títulos mineros, los cuales un poco más del 80% se encuentran ubicados en los departamentos de Antioquia (92), Caldas (58), Boyacá (55), Bolívar (44), Santander (40), Tolima (27), Valle del Cauca (25), Cundinamarca (22) y Nariño (16). El restante de los títulos mineros (81) se ubican en orden descendente en los departamentos del Cauca, Chocó, Norte de Santander, Huila, Risaralda, Meta, Cesar, La Guajira y Quindío.

Figura 15. Concentración regional de títulos de mediana minería de oro en explotación - activos



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Anna Minería – ANM (corte a 12 de julio de 2023)

Figura 16. Concentración regional de títulos de pequeña minería de oro en explotación activos



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Anna Minería – ANM (corte a 12 de julio de 2023)

También se halló que para 45 títulos mineros “No aplica” la clasificación por escala, y estos se encuentran ubicados en los departamentos de: Antioquia (28), Chocó (6), Cauca (4), Bolívar (3), Huila (2), Valle (1) y

Magdalena (1). Así mismo, a 8 títulos de Antioquia no se le determina su estado frente a la escala, ni se indica la no aplicabilidad.

Por otra parte, la “ficha de oro 06” (Agencia Nacional de Minería, 2022), relaciona la producción de los principales proyectos en explotación durante el año 2022 (Tabla 10). Es importante observar que la producción de oro a partir de los principales proyectos mineros referidos (mediana y gran escala) tuvieron una representación significativa, con aproximadamente 20.34 toneladas de oro. Es decir que aproximadamente el 1% (0,75%) de los títulos produjo y superó la cantidad de oro que debería estar siendo causada por todos los títulos en etapa y estado activo.

Tabla 10. Principales proyectos en explotación

Principales proyectos en explotación 2022		
Empresa	Proyecto	Producción 2022 (oz)
Zijin-Continental Gold Limited	Buriticá	246.886
Aris Gold Corporation	Segovia	210.163
Mineros S.A.	Operación Aluvial	92.385
Antioquia Gold Inc.	Cisneros	(Nov 2022) 44.971
Aris Gold Corporation	Marmato	25.216
Soma Gold Corp.	El Bagre y Nechí	23.115
Atico Mining Corporation	El Roble	11.254

Fuente: Ficha de oro 06 (Agencia Nacional de Minería, 2022)

6.2.2.2 Producción de oro de la Minería de Subsistencia

Otra figura de extracción y por ende otro grupo poblacional productor, es el correspondiente a la Minería de Subsistencia (El Congreso de Colombia, 2019), la cual está determinada en un ejercicio minero de manera personal o individual, atañendo implícitamente características artesanales y de subsistencia por sus mecanismos para separar el mineral y en ese sentido bajos niveles de producción.

Estas actividades están enmarcadas dentro de la denominación de minería de subsistencia y los grupos poblacionales que se focalizan en el aprovechamiento aurífero son el barequeo y la selección de minerales (chatarreo como comúnmente es llamado en algunas regiones del país).

Así mismo, es propio indicar que la normatividad les permite ejercer la actividad en la jurisdicción del municipio en el cual se inscriben, sin perjuicio de las restricciones técnicas y ambientales establecidas.

No obstante, la actividad de barequeo se diferencia técnicamente de la actividad de selección de mineral (chatarreo) de acuerdo con las siguientes definiciones:

Con relación a la actividad de Barequeo (Congreso de Colombia, 2001), la normatividad colombiana lo define:

“El barequeo, como actividad popular de los habitantes de terrenos aluviales actuales, será permitida, con las restricciones que se señalan en los artículos siguientes. Se entiende que esta actividad se contrae al lavado de arenas por medios manuales sin ninguna ayuda de maquinaria

o medios mecánicos y con el objeto de separar y recoger metales preciosos contenidos en dichas arenas. Igualmente, será permitida la recolección de piedras preciosas y semipreciosas por medios similares a los que se refiere el presente artículo.” (resaltado fuera de texto)

Mientras para los Chatarreros (Ministerio de Minas y Energía, 2015) o seleccionadores de mineral (El Congreso de Colombia, 2019), su definición se enmarco de la siguiente manera:

“Chatarreros. Para efectos de esta sección, se entiende por chatarrero la persona natural que se dedica a la actividad manual de recolección de mineral con contenido de metales preciosos presente en los desechos de las explotaciones mineras.” (resaltado fuera de texto original)

Y, “En la minería de subsistencia se entienden incluidas las labores de barequeo y las de recolección de los minerales mencionados en este artículo que se encuentren presentes en los desechos de explotaciones mineras, independientemente del calificativo que estas últimas asuman en las diferentes zonas del territorio nacional.” (resaltado fuera de texto original)

Teniendo claro lo anterior, se identificó mediante las listas publicadas en el Registro Único de Comercializadores de Minerales –RUCOM–, que para el 12 de julio de 2023 el país tenía inscritos 100.499 personas como barequeros de metales preciosos (equivalente al 99.7%) y 303 chatarreros (0.30%), los cuales se hallan distribuidos a nivel nacional tal como se muestra en la Tabla 11.

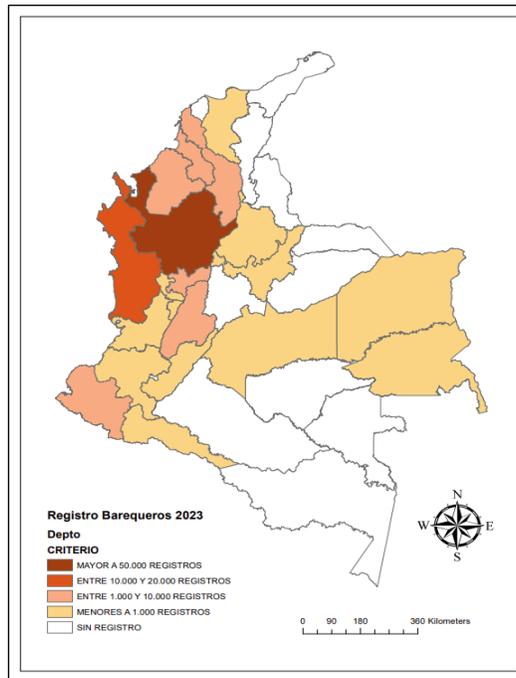
Tabla 11. Distribución regional de la minería de subsistencia

DEPARTAMENTO	BAREQUEROS A NIVEL NACIONAL		CHATARREROS DE METALES PRECIOSOS	
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Antioquia	54779	54,5%	122	40,3%
Chocó	18012	17,9%	23	7,6%
Bolívar	9678	9,6%	84	27,7%
Córdoba	6788	6,8%		
Caldas	3560	3,5%		
Tolima	1898	1,9%		
Nariño	1869	1,9%		
Cauca			56	18,5%
Otros	3915	3,9%	18	5,9%
TOTAL	100499		303	

Fuente: Base de datos RUCOM a 12 de julio de 2023

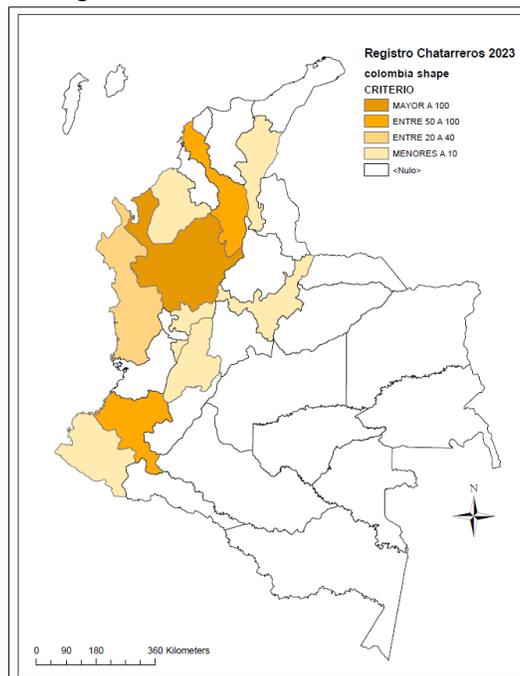
Los otros departamentos a los que hace alusión la tabla de barequeo son los siguientes en orden de mayor a menor: Sucre, Guainía, Cauca, Huila, Risaralda, Valle, Santander, Boyacá, Vichada, Quindío, Meta, Putumayo y Magdalena (Ver Figura 17). Así mismo, para la concentración de chatarreros: Caldas, Nariño, Boyacá, Córdoba, Quindío, Tolima y Cesar (Ver Figura 18).

Figura 17. Concentración regional de registros de barequeros



Fuente: elaboración propia generada a partir de listas publicadas en RUCOM (corte a 12 de julio de 2023)

Figura 18. Concentración regional de registros de Chatarreros

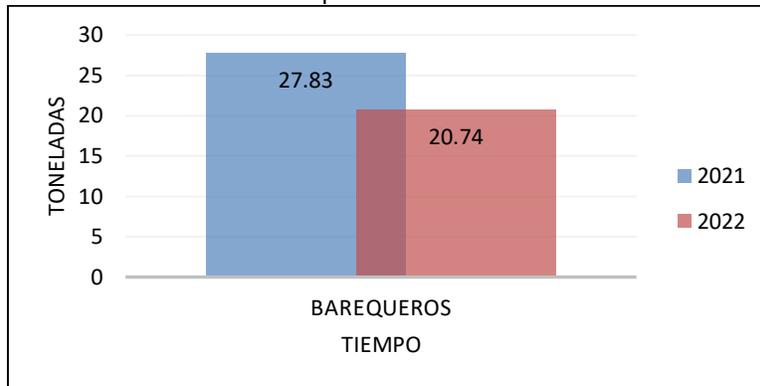


Fuente: elaboración propia generada a partir de listas publicadas en RUCOM (corte a 12 de julio de 2023)

De acuerdo con la Agencia Nacional de Minería, la producción de estos mineros en los años 2021 (Agencia Nacional de Minería, 2021) y 2022 (Agencia Nacional de Minería, 2022) con corte a 31 de mayo

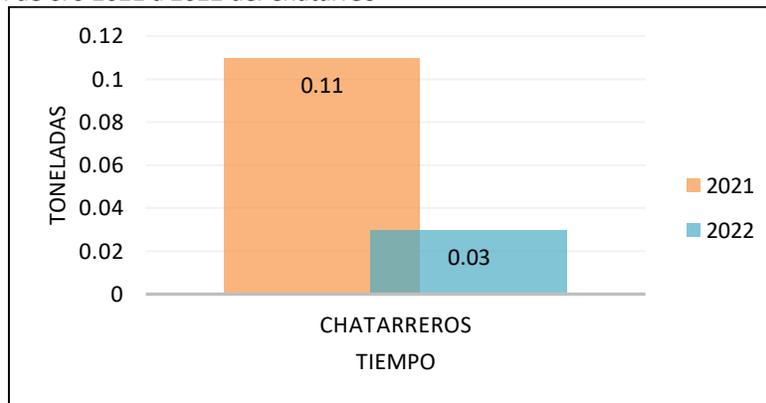
respectivamente, fue alrededor de los 27,94 y 20,77 toneladas de oro, equivaliendo aproximadamente al 50% del oro obtenido a nivel nacional para cada periodo estimado.

Figura 19. Producción de oro 2021 a 2022 del Barequeo



Fuente: elaboración propia con base en Fichas de Oro ANM

Figura 20. Producción de oro 2021 a 2022 del Chatarreo



Fuente: elaboración propia con base en Fichas de Oro ANM

6.2.2.3 Producción de las figuras de formalización minera y solicitudes de legalización reconocidas en el RUCOM

Con relación a este grupo de productores reconocidos por el sistema del Registro Único de Comercializadores –RUCOM-, abordaremos su introducción y profundización de acuerdo con la producción de mayor a menor, reportada en la última ficha de oro de la Agencia Nacional de Minería. A saber:

- a) Subcontratos de Formalización Minera
- b) Áreas de Reserva Especial declaradas
- c) Solicitudes de legalización (Solicitante de programas de legalización o de formalización minera) (Agencia Nacional de Minería, 2023)

De acuerdo con lo anterior a continuación se relaciona cada una de ellas para conocer sus características y producción:

a) Subcontratos de Formalización Minera

De acuerdo con el Plan Único de Legalización y Formalización Minera (Ministerio de Minas y Energía, 2023), se define el mecanismo de Subcontrato de Formalización Minera como:

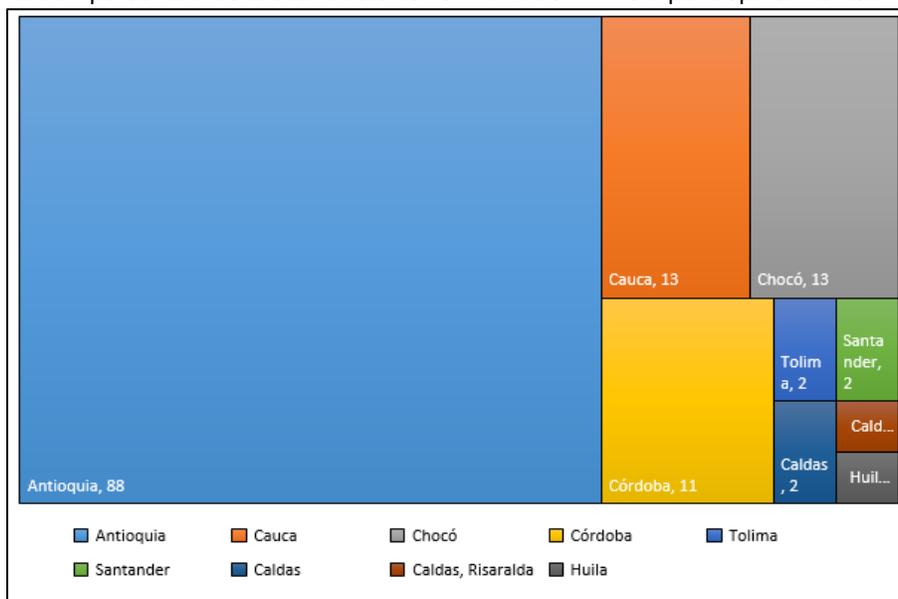
“...un acuerdo de voluntades entre el titular minero y mineros informales de pequeña escala que requiere la autorización y aprobación de la autoridad minera para materializarse. Esta figura está destinada a la formalización de actividades mineras a pequeña escala que se desarrollan dentro de las áreas de los títulos mineros existentes con anterioridad a la expedición de la Ley 1658 de 2013, esto es 15 de julio de 2013.

(...) El subcontrato de formalización minera no es un título minero, sino un negocio jurídico entre un titular minero y un pequeño minero que haya realizado actividades extractivas dentro del área del título minero desde antes del 15 de julio de 2013, quedando bajo la responsabilidad del subcontratista la totalidad de las obligaciones inherentes a la explotación de minerales dentro del área del subcontrato, así como las sanciones derivadas del incumplimiento normativo o legal.”

Conforme lo indica el plan mención, este ha sido el mecanismo con mayor acogencia a nivel nacional para el 31 de diciembre de 2022 se lograron formalizar 6.622 (23.84%) de 27.767 mineros a través de esta figura jurídica de la formalización. No obstante, estos mineros fueron transitados a la legalidad mediante 304 (38.3%) subcontratos de los 794 procesos que involucran la totalidad de los mecanismos.

Para el caso del presente documento, es preciso indicar que con base en los datos registrados en el sistema Anna Minería (Agencia Nacional de Minería, 2023)⁸, se reportan 133 Subcontratos de Formalización Minera con el mineral “oro y sus concentrados” como activo para su aprovechamiento y comercialización (Figura 21).

Figura 21. Distribución porcentual de Subcontratos de Formalización Minera por departamentos

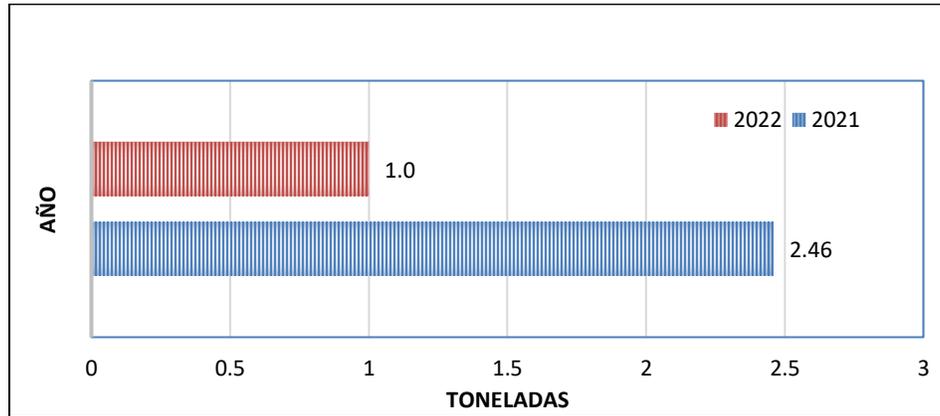


Fuente: elaboración propia a partir de datos de Anna Minería – ANM (corte a 31 de octubre de 2023)

⁸ Base de Datos Anna Minería – Corte a 31/10/2023

Por otro lado, los reportes de la Agencia Nacional de Minería indican que las producciones generadas por los beneficiarios de esta figura de formalización correspondieron 2,46 y 1,0 toneladas respectivamente para los años 2021 y 2022 con corte a 31 de mayo en cada vigencia (Figura 22).

Figura 22. Producción de oro 2021 a 2022 de los Subcontratos de Formalización Minera.



Fuente: elaboración propia con base en Fichas de Oro ANM

b) Áreas de Reserva Especial

Por otra parte, y como segundo en el reglón de este grupo de productores, se hallan las Áreas de Reserva Especial, que de acuerdo con el artículo 31 de la Ley 685 de 2001 “...permite al Gobierno nacional, en aquellas áreas en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, delimitar zonas en las cuales temporalmente no se admitirán nuevas propuestas, sobre todos o algunos minerales. Su objeto será adelantar estudios geológico-mineros, y -con base en sus resultados- se decidirá sobre el desarrollo de proyectos mineros estratégicos para el país, en los términos del artículo 248 del Código de Minas.” (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

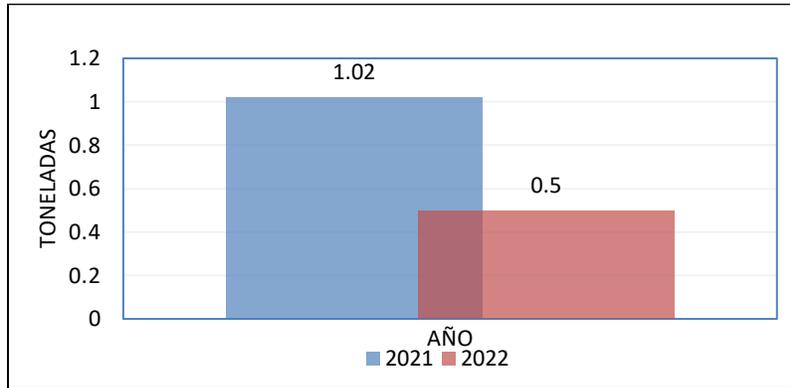
Si bien este mecanismo termina convirtiéndose en un título minero luego de la elaboración de los estudios geológico - mineros, permite a los mineros tradicionales, una vez es declarada y delimitada el área de reserva especial explotar el mineral generando ingresos económicos que pueden facilitar el sustento del personal y la inversión para el mejoramiento de las operaciones.

Según del Plan Único de Legalización y Formalización Minera, mediante la figura de Áreas de Reserva Especial entre junio de 2020 y diciembre de 2022, se lograron formalizar 341 mineros a través de 44 procesos de este tipo. De estos 44 procesos, se indica que 9 (20,45%) son con finalidad a la producción de oro y estarían beneficiando aproximadamente a 188 personas.

En la actualidad la Agencia Nacional de Minería registra 159 Áreas de Reserva Especial declaradas (Agencia Nacional de Minería, 2023)⁹ que podrían atribuirse a datos históricos desde la generación de esta figura jurídica para la legalización. Así mismo, señala que las producciones de oro de este mecanismo reportadas para los años 2021 y 2022 con corte a 31 de mayo fueron de tan solo 1,02 y 0,5 toneladas respectivamente; valores que correspondieron al 1,84 y 1,18% del oro producido a nivel nacional.

⁹ Anna Minería (Corte a 01 de noviembre de 2023)

Figura 23. Producción de oro 2021 a 2022 de los Subcontratos de Formalización Minera.



Fuente: elaboración propia con base en Fichas de Oro ANM

c) Solicitudes de legalización (Solicitante de programas de legalización o de formalización minera)

Dentro de este grupo entran los trámites de Solicitudes de Formalización de Minería contempladas en el artículo 325 de la Ley 1955 de 2019 y las Solicitudes de Legalización de Minería Hecho definidas en el artículo 165 de la Ley 685 de 2001; de estos, es propio resaltar las siguientes particularidades donde el legislador le otorgó la prerrogativa de explotación desde el momento de la radicación de la solicitud:

Artículo 325 de la Ley 1955 de 2019:

“Las personas naturales, grupos o asociaciones que presentaron solicitud de formalización de minería tradicional hasta el 10 de mayo de 2013 ante la autoridad minera competente y que a la fecha de promulgación de esta ley se encuentran vigentes y en área libre, continuarán su trámite con el fin de verificar la viabilidad técnica del desarrollo del proyecto minero de pequeña minería.

(...) A partir de la promulgación de esta Ley y mientras no se resuelva de fondo el trámite de la solicitud de formalización de minería tradicional no habrá lugar a la aplicación de las medidas previstas en los artículos 161 y 306 de la Ley 685 de 2001, ni a proseguir las acciones penales señaladas en los artículos 159 y 160 de esta misma ley”

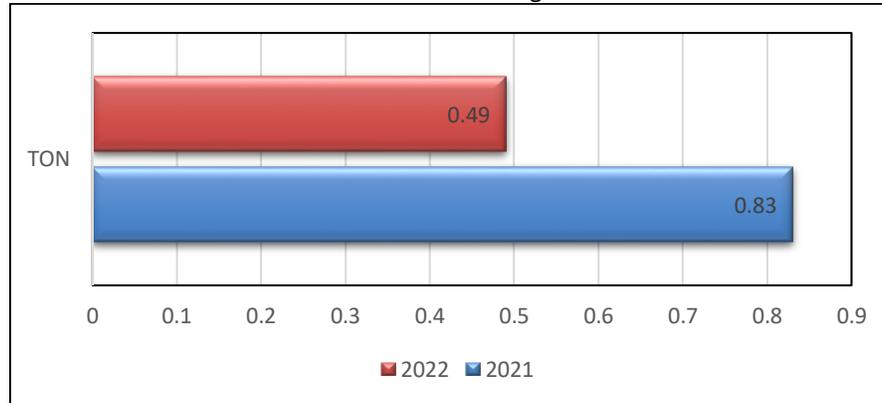
Artículo 165 de la Ley 685 de 2001:

“Los explotadores de minas de propiedad estatal sin título inscrito en el Registro Minero Nacional, deberán solicitar, en el término improrrogable, de tres (3) años contados a partir del primero (1o) de enero de 2002, que la mina o minas correspondientes les sean otorgadas en concesión llenando para el efecto todos los requisitos de fondo y de forma y siempre que el área solicitada se hallare libre para contratar. Formulada la solicitud y mientras ésta no sea resuelta por la autoridad minera, no habrá lugar a proceder, respecto de los interesados, mediante las medidas previstas en los artículos 161 y 306, ni a proseguirles las acciones penales señaladas en los artículos 159 y 160 de este Código.

(...) Tampoco habrá lugar a suspender la explotación sin título, ni a iniciar acción penal, en los casos de los trabajos de extracción que se realicen en las zonas objeto de los Proyectos Mineros Especiales y los Desarrollos Comunitarios adelantados conforme a los artículos 248 y 249, mientras estén pendientes los contratos especiales de concesión objeto de dichos proyectos y desarrollos.”

De acuerdo con reportes de la Agencia Nacional de Minería, la producción para los años 2021 y 2022 de este grupo de productores es como se muestra a continuación:

Figura 24. Producción de oro 2021 a 2022 de las solicitudes de legalización.



Fuente: elaboración propia con base en Fichas de Oro ANM

Cabe notar que su representatividad en términos de producción general no es muy alta, toda vez que no alcanzan a superar el 2% de la producción total del metal precioso.

6.2.3 Avances sectoriales asociados a la oferta

En materia de avance, se tendrán en cuenta las gestiones desarrolladas por el sector durante los últimos 10 años en aras de poder divisar los logros más relevantes que han tenido incidencia sobre la oferta del mineral aurífero:

- Por medio del artículo 112 de la Ley 1450 de 2011 se ordenó implementar medidas de control al comercio de minerales, dentro de lo cual se estableció además publicar los listados de explotadores autorizados, permitiendo conocer los oferentes autorizados, apoyar la minería legal y controlar adecuadamente el comercio de minerales.
- A través del artículo 11 de la Ley 1658 de 2013, titulado “*Incentivos para la formalización*”, se ha impulsado y consolidado la formalización de las actividades mineras, en especial de las actividades desarrolladas por los pequeños mineros auríferos a través de los instrumentos denominados *Subcontrato de Formalización Minera* y *Devolución de Áreas para la Formalización Minera*. Lo anterior, ha permitido desde su puesta en ejecución hasta el momento, el desarrollo de una oferta y primera comercialización de oro a través de canales autorizados.
- La Ley 1892 de 2018, por la cual se aprueba el convenio de Minamata, en una de las líneas del anexo C establece como estrategia la reducción del uso de mercurio a través de la formalización y legalización de las actividades mineras. Lo anterior, no solo impulsa la reducción en los efectos ambientales sino también la oferta legal del mineral aurífero en el territorio nacional.
 - ✓ El Ministerio de Minas y Energía se encuentra liderando la construcción del Plan de Acción Nacional sobre Mercurio en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala (MAPE), que ordena el artículo 7°.

- Ley 2250 de 2022 “Por medio del cual se establece un marco jurídico especial en materia de legalización y formalización minera, así como para su financiamiento, comercialización y se establece una normatividad especial en materia ambiental” contiene algunos artículos que desde su concepción delimitan la cadena de suministro de la actividad minera y promueven una oferta de mineral aurífero autorizado y con un mejor aprovechamiento. Estos son:
 - ✓ Oferta legal:
 - Impulsa las acciones diferenciales de legalización y formalización minera, especialmente a través de los artículos 4° y 5° en aspectos mineros y 29° en aspectos ambientales.
 - Por medio del capítulo IV de la ley, se establecieron estrategias y directrices que promueven el desarrollo de una oferta legal de los minerales, en especial del oro, tales como posibilidad de compra por parte del Banco de la República; controles y multas a los excesos de producción en que incurran los mineros y comercializadores autorizados; requisitos adicionales en la compra, venta y exportación del metal aurífero; y promoción del uso de metales explotados legalmente que tienen como destino las actividades orfebres tradicionales.
 - A través del concepto de “Economía Circular” definido en el artículo 12°, establece líneas para el aprovechamiento económico de residuos mineros con potencial económico (colas, relaves) con especial énfasis en metales preciosos, los cuales pueden hallarse en áreas autorizadas o áreas con afectación en las cuales no es posible identificar el explotador. Esto no solo con una finalidad económica, sino también con el fin de mitigar los riesgos latentes frente al mercurio u otros elementos tóxicos contenidos en los residuos.
 - A través del artículo 13°, se establecen directrices que promueven la inscripción, publicación, seguimiento y control de las plantas de beneficio, lo cual fomentaría la oferta de legal a través de estos mecanismos de aprovechamiento de mineral aurífero.

6.3 Demanda de oro

6.3.1 Demanda Internacional del oro

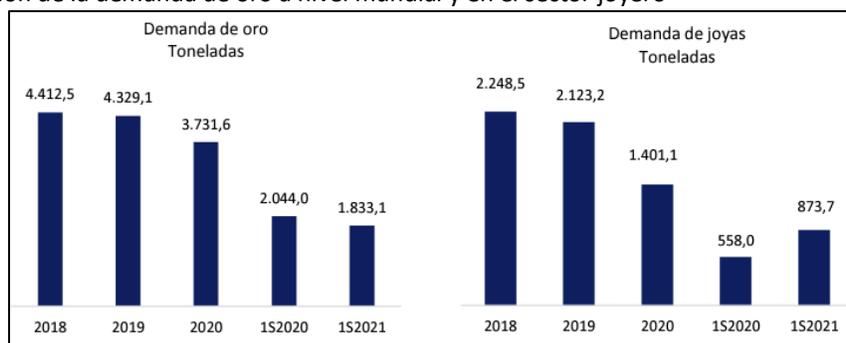
Estudios realizados por la CEPAL en el 2007 (Naciones Unidas CEPAL, 2004) y el Ministerio de Minería de Chile en el 2021 (Ministerio de Minería de Chile, 2021), coinciden en que la demanda global del oro se ha destinado históricamente a tres sectores mayoritariamente. Estos son:

- a) La fabricación de productos como joyería principalmente y dispositivos electrónicos, odontología, medallas y monedas en menor medida (*estos últimos denominados “otras fabricaciones” por su poca representación*).
- b) Las adquisiciones de oro en forma de lingote para inversión, “reservas de valor”.
- c) El saldo de las compras y ventas a futuro.

En 2020 se redujo la demanda por oro de manera significativa (15,8%) frente al 2019, (estableciéndose en 3.657,4 toneladas), atañendo las causas principalmente a una fuerte caída reportada en la demanda del sector joyero (Ver Figura 25).

En lo correspondiente a la *demanda ligada a la fabricación*, independientemente del producto final, se refiere al metal precioso que es manufacturado a partir de su estado elemental (comúnmente lingotes de oro), hasta un producto elaborado o semielaborado. En este campo, el principal demandante a nivel mundial también ha sido el sector joyero, con una participación en el 2002 del 84%, mientras la demanda para los productos electrónicos, odontológicos, fabricante de medallas e industria de monedas correspondió al 6.6%, 2.17%, 1.75% y 2.17% respectivamente (Naciones Unidas CEPAL, 2004).

Figura 25. Evolución de la demanda de oro a nivel mundial y en el sector joyero

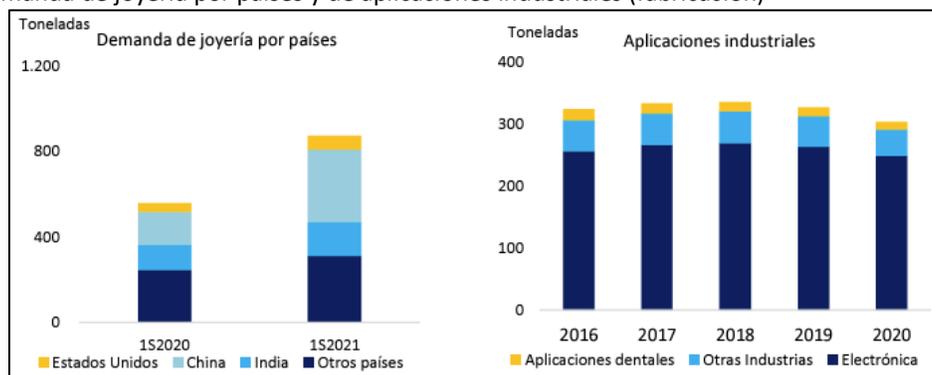


Fuente: Informe del mercado del oro – Ministerio de Minería de Chile

La demanda del sector joyero se ha destacado comúnmente por ser altamente estable, pues para años cercanos al 2017 reportaron requerimientos del metal precioso que oscilaron alrededor del 80% de la producción mundial (CRU Consultig, 2018); sin embargo, este sector, para el 2020 evidenció una caída del 37.9%, (estableciéndose en 1.327 toneladas), debido a los cierres de joyerías y las restricciones sociales y sus efectos económicos que desincentivaron el uso de estos productos; aspecto que se contrarrestó en el primer semestre del 2021, al presentar una recuperación del 56.6% (anotando 873.3 toneladas); aunque no en las magnitudes de demanda previa a la pandemia del Covid-19 (Ministerio de Minería de Chile, 2021).

Por otra parte, los dispositivos electrónicos se ubican en el segundo lugar en el uso del oro, pues utilizan alrededor del 10% del metal producido a nivel global, debido a sus propiedades térmicas, eléctricas y anticorrosivas que lo convierten en un elemento adecuado para las transmisiones de bajo voltaje que suelen usar computadores, equipos de telecomunicación, televisores, tablets y pantallas planas, entre otros (Ver Figura 26). Además, es de resaltar que también se reconoce su estabilidad en la demanda, ya que desde el año 2009 suele variar en tan solo 1% (CRU Consultig, 2018).

Figura 26. Demanda de joyería por países y de aplicaciones industriales (fabricación)



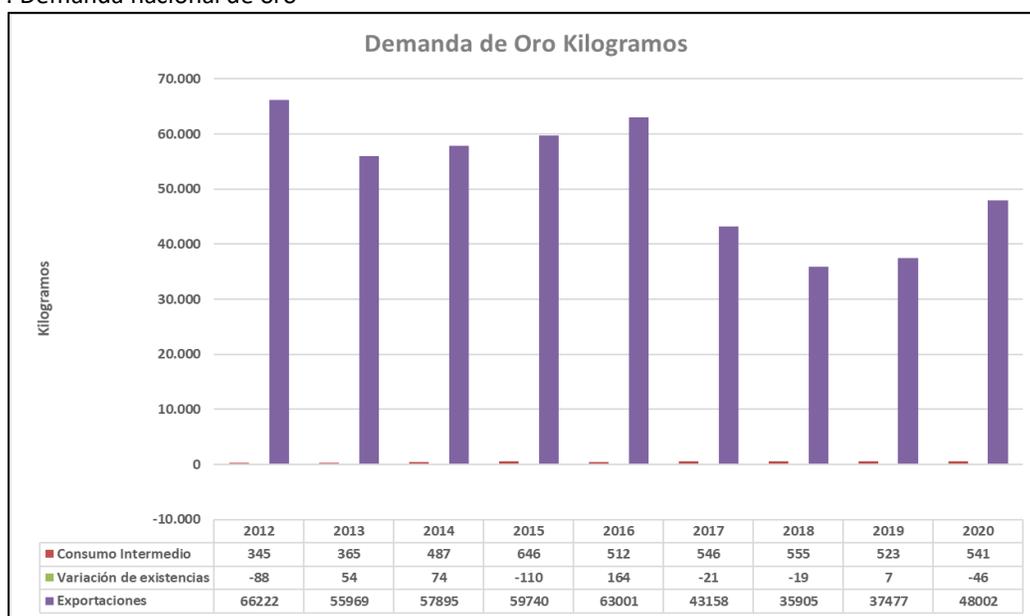
Fuente: Informe del mercado del oro – Ministerio de Minería de Chile

Por último y contrario a los productos de fabricación anterior, se hallan las monedas y medallas que en el 2005 solían usar aproximadamente un 10% del metal aurífero producido a nivel global, pero que con el tiempo han presentado una tendencia a la baja, a tal punto que para el 2017 se estimaron demandas alrededor del 7%. Para el caso de las monedas, estas son de carácter oficial empleadas como moneda oficial de transacción y en algunos países como la India, con propósitos de inversión.

6.3.2 Demanda nacional del oro

La producción de oro en Colombia se destina principalmente a las exportaciones y tan solo el 1% se destina al mercado nacional. En el periodo analizado 2012-2020 las exportaciones representaron en promedio el 99% de la utilización en promedio para igual periodo (Ver Figura 27).

Figura 27. Demanda nacional de oro



Fuente: DANE

El mercado del oro principalmente se enfoca en el uso del metal para joyería, tecnología y fabricación de monedas. De igual manera, el oro es transado como una inversión de reserva de valor o como *commodity* (Unidad de Planeación Minero Energética, 2018).

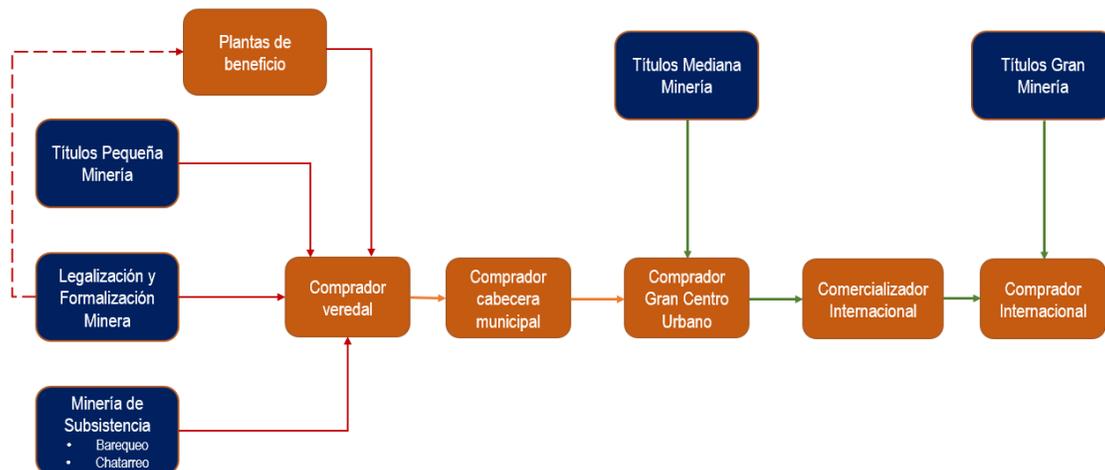
La información de la Cuenta Satélite Minera-DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2022), determina que en Colombia la demanda interna es de aproximadamente media tonelada en promedio anual para el periodo de análisis, el cual, en su mayoría se utiliza para la industria de la joyería. En el mercado de la joyería Colombia es principalmente reconocida y valorada por sus esmeraldas, sin embargo, le ha sido difícil entrar a competir en ciertos mercados en donde prima más el precio o el peso que la calidad del producto. Los principales mercados a los cuales se exporta joyería colombiana son México, Perú, Estados Unidos, Reino Unido, Panamá, Ecuador entre otros (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2018).

Colombia cuenta con acuerdos comerciales que le brindan preferencias arancelarias para la exportación de joyería y bisutería a diferentes países y se espera que próximamente entren a la lista Israel y Japón. En 2017 las exportaciones de joyería y bisutería fueron predominantemente de piedras preciosas (86,2%), seguido por bisutería (12,5%) y joyería (1,2%). (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2018).

7 Comercialización e intermediación

Para el caso de la presente sección, se revisará la comercialización e intermediación partiendo del productor o explotador como el primer actor en la cadena habilitado para tranzar el mineral o metal producido; siguiendo posteriormente por el análisis de los comercializadores intermediarios, puntos en los cuales para algunos casos puede haber un mayor beneficio mineralógico o refinación¹⁰ y aglomeración comercial del metal precioso. Por último, se observarán los posibles trayectos que toma el oro para llegar al consumidor final, teniendo en cuenta que para el caso de Colombia estaría determinado por el comprador o comercializador internacional debido a la disponibilidad de información oficial. A continuación, una primera tendencia del comportamiento comercial del oro:

Figura 28. Primer tendencia e identificación de agentes comercializadores de oro



Fuente: ajustado a partir del gráfico del estudio “La participación del Banco de la república en la comercialización de oro en Colombia” (2019)

7.1 Productores (explotadores de mineral aurífero)

Como bien es conocido, los primeros actores en la cadena de comercialización de un producto o servicio, son los fabricantes, que para el caso de la minería serían los explotadores, los cuales de acuerdo al Registro Único de Comercialización Minera –RUCOM- son clasificados dentro de las siguientes figuras: Títulos mineros, Minería de Subsistencia, Áreas de Reserva Especial –ARE- declaradas, Subcontratos de Formalización Minera y Solicitudes de legalización como se indica anteriormente en el presente documento.

¹⁰ Glosario Minero. Refinación: Proceso de purificación de un metal, durante el cual se eliminan las impurezas presentes, por métodos físicos, químicos, eléctricos o una combinación de estos.

No obstante, se hace la respectiva diferenciación considerando que cada uno de ellos atiende un comportamiento diferente en la comercialización del mineral o metal (ver Tabla 12), atendiendo principalmente a aspectos técnicos, socioeconómicos y reglamentarios que restringen o habilitan la venta del producido en cada grupo poblacional.

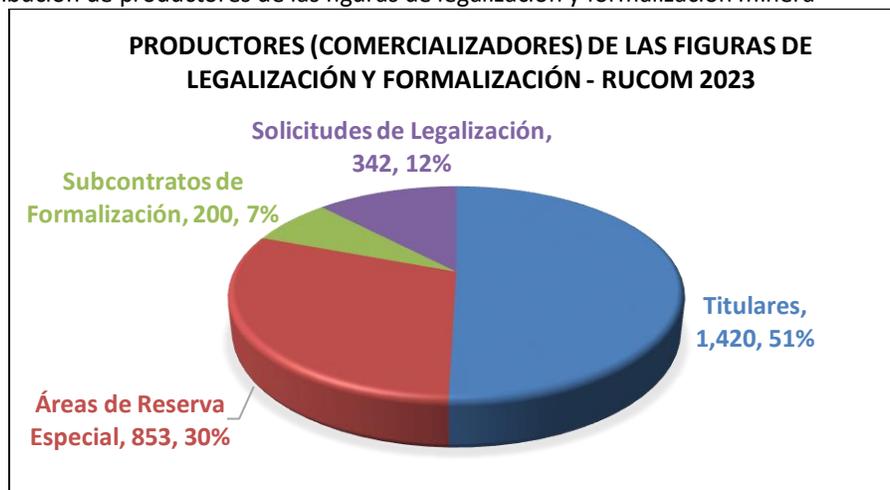
Tabla 12. Distribución de actores “productores” de la cadena de comercialización del oro

Actor	Cantidad
<i>Minería de Subsistencia</i>	
Barequeros	102.431
Seleccionador de Mineral “Chatarrero”	323
<i>Titulares¹¹</i>	1.420
<i>Beneficiarios de otras figuras de legalización o formalización con prerrogativas de explotación</i>	
Áreas de Reserva Especial declaradas	853
Subcontratos de Formalización	200
Solicitudes de Legalización	342
Total, Productores de oro	104.174

Fuente: elaboración propia a partir de los datos publicados en RUCOM a 12/07/2023 y la ficha de Oro de 2022 de la ANM

Excluyendo gráficamente la minería de subsistencia, toda vez que sus proporciones individuales en producción y comercialización individual difieren considerablemente en las cantidades de lo permitido para cada una de las figuras de legalización y formalización minera; la representación porcentual se da tal como se muestra en la Figura 29.

Figura 29. Distribución de productores de las figuras de legalización y formalización minera



Fuente: base de datos RUCOM a 12 de julio de 2023

Cuando un explotador autorizado en el RUCOM va a realizar una venta de su producido, debe generar un documento que certifique el origen del mineral a tranzar (Agencia Nacional de Minería, 2023) e incluya además datos específicos del explotador, el comprador y el mineral, entre otros, que permitirían en la

¹¹ 2022, Agencia Nacional de Minería. Ficha oro 05 2022.

<https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2022-06/Ficha%20oro%2005%202022.pdf>

práctica hacer un respectivo seguimiento y control al Estado. Por consiguiente, el no contar con la debida certificación de origen y registro del RUCOM, conllevaría al decomiso del mineral por parte de las autoridades.

Por otra parte, si bien la reglamentación a inicios del año 2017 estableció un límite de producción mensual de 35 (equivalente a 420 gramos de oro anuales por persona) para la minería de subsistencia (Barequeo y seleccionadores de minerales “chatarreo”), con el fin de controlar el ingreso de producciones provenientes de otros orígenes; estudios realizados posteriormente en el 2019 (EConcept, 2020), señalan que la producción razonable podría estar alrededor de los 0,5 gramos diarios, equivalentes a 15 gramos mensuales o 180 gramos al año. Lo anterior, implicaría que existe un margen de 20 gramos mensuales que puede permear la actividad minera aurífera de subsistencia, con posibles procedencias que no han alcanzado las autorizaciones correspondientes.

Por otra parte, se encuentran los beneficiarios de prerrogativas de explotación a quienes mientras obtienen su instrumento minero (PTO) y ambiental (Licenciamiento Ambiental) definitivo, pueden realizar un aprovechamiento manual en el cual el tope máximo de producción se ajusta a los topes de la pequeña minería en etapa de explotación, quienes si pueden operar con la maquinaria y tecnología respectiva. Esto abre la posibilidad de que los reportes de producción generados por los beneficiarios de prerrogativa, sean superiores a la producción real ejecutada manualmente.

Por último, se encuentran los titulares mineros en etapa de explotación, que de acuerdo con el estudio de comercialización del 2019 (EConcept, 2020), estarían facilitando su autorización de comercializadores para justificar producciones de otro origen diferente a la mina registrada.

7.2 Intermediarios en la comercialización de mineral aurífero y metal

Para esta sección se identificarán a los intermediarios de mineral o metal áureo como a aquellos actores que no realizan algún tipo de arranque, extracción o separación del mineral en la fuente (yacimiento) y que por el contrario se focalizan en beneficiar el mineral en plantas industriales no ligadas a un título minero, refinar el metal y/o conglomerarlo. En la Tabla 13 se muestra la distribución de actores de la cadena de comercialización de oro.

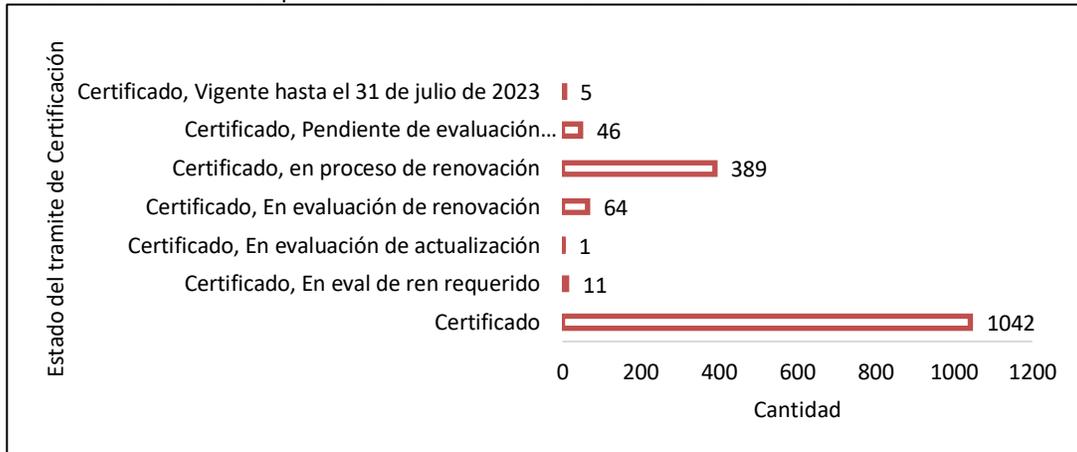
Tabla 13. Distribución de actores “Intermediarios y consumidores” de la cadena de comercialización del oro

Actor	Cantidad
Comercializadores	1.710
Plantas de beneficio (no asociadas a título minero o figura de legalización y formalización)	11
Consumidores	117
TOTAL, GENERAL	1.838

Fuente: elaboración propia con base en Agencia Nacional de Minería (2023)

De acuerdo con la base de datos consultada en el RUCOM (Agencia Nacional de Minería, 2023), dentro de un registro de 4.848 comercializadores se identificaron 1.710 que tenían asociado “*Minerales de oro y sus concentrados*”. No obstante, el estado de su certificación puede determinar un factor diferencial en el momento de comprar y vender el metal precioso, pues este debe estar aprobado o vigente. En la Figura 30 se muestra la proporción de acuerdo a los estados de la certificación para comerciar.

Figura 30. Estado de los trámites para la Certificación asociado a la comercialización de oro



Fuente: Base de datos RUCOM a 12 de julio de 2023

Con base en la información que se observa en la Figura 30, se puede inferir que 1.042 comercializadores tienen su certificado al día y pueden realizar transacciones de oro al interior o fuera del país. No obstante, es preciso señalar que de acuerdo con estudios de campo realizados en el 2019 (EConcept, 2020), este grupo de actores suele dividirse en subgrupos que generan un comportamiento diferencial en la compra y venta del metal aurífero (Ver Figura 31).

Figura 31. Trazabilidad de utilidades de comercialización de oro



Fuente: tomado del estudio “La participación del Banco de la república en la comercialización de oro en Colombia” (2019)

Dentro de dichos subgrupos se reconoce primero la existencia de un comercializador o *comprador veredal*, quien compra y recoge principalmente el oro producido por la minería de subsistencia, títulos mineros de pequeña escala y probablemente producción de las figuras de legalización y formalización; toda vez que estos tienen grandes dificultades económicas y de seguridad para transportarse y vender su producido en las cabeceras municipales o grandes centros urbanos, donde se suele ofertar un mejor valor frente al metal. Este *comprador veredal*, suele movilizarse hasta las zonas productoras y obtiene el oro pagando al productor de contado, para después venderlo a un comprador municipal, quién a su vez lo comercia en ciudades como Medellín y Bogotá.

En segundo lugar, el estudio en mención identifica los compradores de los grandes centros urbanos quienes captan el oro producido en la minería de mediana escala para después ofrecerlo a un comprador internacional. No obstante, algunos productores de minería a mediana escala suelen vender su

producción directamente al comercio internacional como lo hacen los explotadores de minería a gran escala. Cabe aclarar que al igual que los productores, la reglamentación y la autoridad minera exigen para estos actores de la cadena, la generación de un certificado de origen, el cual se denomina para el caso “Formato acreditación de facturas” en el que se requiere consignar información de la casa de compra-venta, del comercializador o productor certificado y de la relación de facturas de compra, datos que permitirían correlacionar los datos de los certificados de origen entre los comercializadores y los productores.

En un tercer grupo, se encuentran las plantas de beneficio de oro que, al comportarse como un productor intermediario no asociado a un título, la Agencia Nacional de Minería dispuso para ellos un certificado de origen exclusivo, el cual, además de requerir la información exigida para los grupos previos de comercializadores, solicita información del explotador o título minero que suministra el material a procesar. Así mismo, la existencia de diferentes intermediarios en la comercialización del oro o en algunos casos de la roca producida por la minería de pequeña escala y de subsistencia conlleva a repercusiones fuertes en la economía del productor y grandes dificultades en la trazabilidad y seguimiento a la comercialización por parte del Estado.

Adicionalmente, el estudio de Econcept (2019) resalta que los descuentos en los precios podrían ser incluso superiores dependiendo de la procedencia lícita o ilícita del mineral, aplicando mayor deducción a esta última. Para entendimiento de los flujos de producción y comercialización, los diferentes actores acostumban caracterizar el oro de procedencia legal como “Oro Tipo A” y el resto como “Oro Tipo B”.

7.3 Avances sectoriales asociados a la comercialización

El sector minero Colombiano, especialmente en cabeza del Ministerio de Minas y Energía que tiene la funciones de “... formulación e implementación de políticas y estrategias para la diferenciación entre la minería informal y la minería ilegal” y de “Coordinar acciones con entidades de la rama ejecutiva para el control de la explotación ilícita de minerales”¹², ha venido liderando y fortaleciendo acciones encaminadas a reducir y mitigar la explotación y comercialización ilícita de yacimientos mineros durante la última década.

No obstante, estas acciones no se han limitado solo al desarrollo de instrumentos y lineamientos del sector minero, sino que han creado la necesidad de una articulación intersectorial que prevén estrategias conjuntas con otros sectores como el tributario, financiero y de defensa del Estado. De acuerdo con lo anterior se han desarrollado acciones como las que se presentan a continuación.

7.3.1 Mesas de trabajo interinstitucionales para el seguimiento, control y fiscalización en la cadena de suministro de oro

Con base en la necesidad expresada por la Dirección de Aduanas Nacionales (DIAN) y particularmente su seccional Medellín, se formalizaron mesas de trabajo conjuntas entre el Ministerio de Minas y Energía y la DIAN, cuyos objetivos son:

- Facilitar el intercambio de conocimientos e información para comprender la dinámica productiva y comercial del subsector de metales preciosos.

¹² Decreto 0381 de 2012 del Ministerio de Minas y Energía

- Fortalecer los análisis frente al seguimiento y verificación de la procedencia lícita de minerales.
- Reforzar las medidas existentes para prevenir y controlar el lavado de activos en el sector y avanzar en la implementación de la debida diligencia en la cadena de suministro.
- Formular propuestas destinadas a fortalecer la normatividad relacionada con el seguimiento, control y fiscalización en la cadena de suministro de metales preciosos.

En las mesas se ha logrado construir una propuesta de trabajo conjunta y se ha evidenciado la necesidad de invitar a representantes de otras instituciones como la Unidad de Información y Análisis Financiero (UIAF), la Fiscalía General de la Nación (FGN), las entidades adscritas al Ministerio de Minas (Agencia Nacional de Minería, Servicio Geológico Colombiano, UPME), entre otros.

A la fecha se han identificado diversas áreas de mejora que implican la mejora de comunicación interinstitucional, así como el trabajo conjunto de las entidades involucradas. Se sugiere la estandarización de la información (e.g. unidades en los reportes) así como fortalecer las inspecciones conjuntas para la exportación o implementar un mecanismo de validación de la trazabilidad de las transacciones. También se realizaron propuestas para fortalecer el marco normativo de la comercialización de minerales (Art. 15 de la Ley 2250 de 2022) y en el acto administrativo que expida la ANM referente al sistema de trazabilidad de minerales en la misma normativa.

Con referencia a este último, el Ministerio de Minas y Energía como ente rector de política sectorial, ha destacado en diferentes espacios, entre ellos el taller *“hablemos de trazabilidad”*, las siguientes oportunidades:

- Gracias a la implementación del decreto, se daría el desarrollo de las transacciones en línea, así como un mejor intercambio de información con otros sistemas e instrumentos existentes como la plataforma Anna Minería, sistema RUCOM, sistema de control a la producción, Planes de Trabajos y Obras, certificados de origen, declaraciones de regalías y formato básico minero.
- Adicionalmente, coordinación e intercambio de información intersectorial con otras entidades involucradas y competentes en el seguimiento y control de la cadena de suministro de minerales, como por ejemplo con la DIAN.

Actualmente, se siguen realizando las mesas de trabajo, donde se desarrolla el plan de trabajo propuesto, el cual va aumentando en la medida que se desarrollan las actividades y se evidencian las múltiples necesidades que existen hacia la mejora del sector y particularmente del control y seguimiento en la cadena productiva de los minerales.

Taller participativo “Hablemos de trazabilidad”

El pasado 22 de noviembre, como parte de las estrategias que promueve el sector minero colombiano se desarrolló el taller *“hablemos de trazabilidad”*, el cual tuvo como objetivo consolidar el conocimiento que han podido identificar entidades del sector minero, tributario, organizaciones no gubernamentales y sector privado con relación a las dinámicas comerciales que se dan en el territorio; así como también el desarrollo de propuestas o estrategias que desde cada punto en la cadena ayudarían a fortalecer el seguimiento y control a la comercialización de oro.

A continuación, se relacionan algunas conclusiones y propuestas del conversatorio desarrollado en el marco del taller; el cual se ejecutó a través de una serie de preguntas que orientaron la participación de las diferentes entidades:

- Respecto a las consideraciones del eslabón más débil en el circuito de producción y comercialización del oro, los asistentes estimaron que, en orden de mayor a menor relevancia, eran los siguientes: el explotador minero (especialmente los mineros de subsistencia), los comercializadores locales e intermedios y los compradores finales.
- Como estrategias para fortalecer los eslabones más débiles de la cadena del oro, los inscritos consideraron, en orden de mayor a menor frecuencia, que podían ser las siguientes: formalizar a los mineros; reducir las brechas tecnológicas; trazabilidad financiera; banca y presencia estatal.
- En relación con las propuestas para crear un sistema homogéneo y único de trazabilidad para toda la cadena, los participantes pensaron que las siguientes palabras claves representaban mejor sus ideas: comunicación y articulación institucional; articulación tecnológica (interoperabilidad); regulación coherente y homogénea e incentivos adecuados.
- Finalmente, y con referencia a cómo mejorar la coordinación entre entes gubernamentales, cooperantes y demás interesados en los procesos de trazabilidad, se observó de mayor a menor frecuencia, las siguientes propuestas: establecer memorandos de entendimiento y desarrollar mesas y agendas de trabajo conjunto. Así mismo, facilitar la interoperabilidad, un lenguaje común y la homogenización y descentralización de la información para saber cómo cada participante puede aportar a este fin común.

Otras conclusiones y ampliaciones desarrolladas en el marco del conversatorio fueron:

- La DIAN considera que la contaminación de la cadena se origina donde se inician las transacciones, especialmente donde hay una alta suplantación de la figura del barequero para introducir el metal a la cadena de comercialización; convirtiéndose esto en un problema estructural y sistemático del comportamiento irregular para el comercio del oro producido sin las autorizaciones pertinentes.
- Los comercializadores invitados manifiestan que, antes de la compra a la población barequera se hace la verificación frente al cumplimiento de la documentación y se realizan consultas a la fiscalía, procuraduría y sistemas que reportan algún tipo de relacionamiento con lavados de activos. Adicionalmente, indican tener proyectos en territorio que les permite reconocer con mayor facilidad la población que ejerce la actividad real de barequeo. Además, sugieren la necesidad de fortalecer la sensibilización sobre el consumidor final, para que existan compras responsables con referencia a la trazabilidad y legalidad de los productos adquiridos.

Por otro lado, indican que los barequeros usan personas cercanas (familiares o amigos) para comercializar el metal; así como también tratan de no usar el cupo en el primer trimestre del año, por lo cual en el tercer trimestre se ve una producción elevada. Frente a esto último, sugiere que más allá de una limitación en cantidad producida, debería establecerse una apertura de los canales bancarios que permitan hacer trazabilidad monetaria, evitando que se ofrezca el excedente de oro al comercio ilegal.

- Como otra de las estrategias propuestas por los asistentes, estuvo exigir el promedio mensual como un tope de producción, el cual de acuerdo con la norma está en 35 gramos por mes; lo cual implicaría una mayor dificultad para el uso de la figura o la instrumentalización del minero con fines al lavado del oro explotado sin autorización.
- La DIAN plantea que el minero de *subsistencia* al ser sisbenizado –estar censado en el SISBEN, es porque cumple con unas condiciones especiales respecto a sus ingresos económicos y calidad de vida; aspecto que podría estimarse contrario al calcular los ingresos y la posible calidad de vida, conforme a las cantidades que se les permite extraer. En ese sentido, sugiere que haya una nueva clasificación minera que diferencie al minero de “*subsistencia*” del minero “*artesanal*”. No obstante, una opción asociada es diferenciar también la clasificación de la actividad económica para este grupo, permitiéndole a las entidades de seguimiento tributario tener un mayor desglose entre los grupos de productores/explotadores mineros.

Por otra parte, indican que las comercializadoras están solicitando devoluciones de retención en la fuente a nombre de los barequeros, las cuales están sustentadas sobre la compra que le hacen a dicha población.

7.3.2 Proyecto Huella Digital de Minerales – Servicio Geológico Colombiano (SGC)

Desde el año 2018, el SGC ha desarrollado avances científicos y tecnológicos alrededor del oro y su trazabilidad a través del proyecto denominado “*huella digital de minerales*”. Esto se traduce en la generación de conocimiento geológico que permite identificar la composición elemental única del mineral aurífero, lo que abre la posibilidad de realizar un seguimiento y control técnico y fiscal de mayor profundidad sobre la procedencia del metal.

El estudio se basa en la teoría que cada partícula de oro presenta una firma química única que permite evidenciar características del mineral y su depósito. Al realizar análisis microquímicos especializados y procesar esta información con técnicas estadísticas se puede evidenciar el origen del mineral y de esta manera se podría tener una herramienta técnica que facilite la identificación del área de extracción del mineral. Igualmente, los procesos de beneficio y refinación a los que se someten los minerales de oro también aportan herramientas diferenciales y se deben estudiar para realizar interpretaciones asertivas, ya que la huella de los minerales puede cambiar según ese proceso de beneficio.

Actualmente, el proyecto se plantea metas que están en concordancia con las necesidades de fortalecimiento en el seguimiento y control en la cadena de comercialización:

- Evidenciar el uso de mercurio en los procesos de beneficio.
- Generar un banco de huellas robusto que sea útil y apoye los procesos de control y fiscalización.
- Apoyar desde el conocimiento técnico al Estado para la consecución de certificados de origen o sellos con componente técnico.
- Utilizar elementos diferenciadores de las huellas para analizar otros aspectos de los depósitos como génesis, estilo, tipo específico de mineralización, etc.

Algunos de los logros que se han alcanzado son:

- ✓ Adquisición de equipos de alta precisión y exactitud y adecuación de laboratorios para realizar análisis químicos especializados y lograr la implementación del proyecto “Huella digital de Minerales”.
- ✓ Caracterización geológica de 11 distritos mineros y metalúrgica de 6 distritos a nivel nacional.
- ✓ Diseño e implementación de la primera versión de la plataforma “Huella digital de minerales”, permitiendo así la consolidación de información generada.
- ✓ Diferenciación de muestras de dos distritos mineros, tanto por su lugar de procedencia como por las variaciones en los procesos de beneficio por los cuales se obtuvo el mineral.

8 Encadenamientos e industrialización asociada a la transformación del oro al interior de Colombia

Si bien Colombia es un gran productor de oro a nivel regional, es necesario considerar que el consumo del metal al interior del país (consumo intermedio) es mínimo frente a las cantidades exportadas; lo cual conlleva a observar que la transformación y el desarrollo de la industria y generación de valor agregado no es alto, al igual que suele suceder con otros minerales como carbón, níquel, materiales de construcción y esmeraldas.

Lo anterior, es concordante con la información de la Cuenta Satélite Minera-DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2022), la cual determina que en Colombia la demanda interna es alrededor de media tonelada en promedio anual para el periodo de análisis, el cual, en su mayoría se utiliza para la industria de la joyería y bisutería (Figura 32).

Figura 32. Balance oferta utilización de minerales oro y sus concentrados



Cuenta Satélite de Minería						
Balance oferta utilización						
Minerales de oro y sus concentrados						
Kilogramos						
2015 - 2020 ^P						
Conceptos	2015	2016	2017	2018	2019	2020 ^P
Producción	60.276	63.677	43.683	36.442	38.006	48.497
Importaciones						
Total oferta	60.276	63.677	43.683	36.442	38.006	48.497
Consumo intermedio	646	512	546	555	523	541
Variación de existencias	-110	164	-21	-19	7	-46
Exportaciones	59.740	63.001	43.158	35.905	37.477	48.002
Total utilización	60.276	63.677	43.683	36.442	38.006	48.497

Fuente: DANE, Cuentas nacionales

^Pprovisional

Nota: Los resultados son susceptibles a cambios según se genere nueva información o se perfeccionen las metodologías de cálculo

Actualizado el 6 de julio de 2022

Fuente: Cuenta Satélite del Departamento Nacional de Estadística - DANE (27 de nov de 2023)

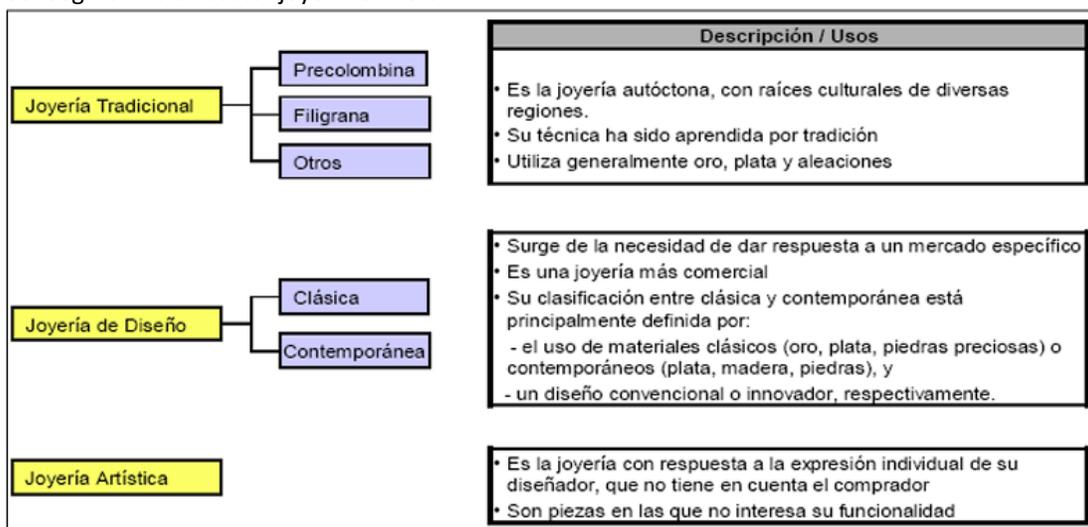
En este sentido, se evidencia que el país no ha previsto un fortalecimiento en los encadenamientos productivos del metal precioso, en aras de que estos bienes primarios se transformen en productos con valor agregado para la industria, y que por ende impulsen nuevas estrategias relacionadas con el desarrollo de usos tradicionales (joyería y bisutería) o nuevos, tales como ciencia y tecnología.

Por otro lado, de acuerdo con un estudio realizado en el 2007 que tiene en consideración aspectos del Programa Nacional de Joyería de Artesanías de Colombia, el sector de joyería y bisutería está conformado principalmente por: empresas que fabrican, importan, distribuyen y exportan artículos de piedras preciosas, joya, relojes y bisuterías (LEGISCOMEX, 2007). Así mismo, considera que la industria joyera se segmenta en tres grupos: tradicional, artística y de diseño (ver Figura 33).

En este mismo documento se menciona: *Aunque la joyería colombiana es uno de los sectores con mayor potencial exportador, debe fortalecer y aprovechar sus ventajas como la tradición orfebre, los bajos costos de mano de obra y las materias primas con las que cuenta, para convertirse en una fuente real de generación de divisas y posicionarse en el mercado internacional.* Así mismo, dicho estudio resaltó que, las organizaciones empresariales que constituían parte de la cadena de producción de la joyería y bisutería para la época, enfrentaban deficiencias en aspectos organizacionales, económicos y tecnológicos, ya que no contaban con encadenamientos eficientes que repercutieran en la mejora y superación de dichos obstáculos (Ver Figura 34).

Lo anterior, parece ser una constante que se extrapola a la actualidad, considerando los análisis planteados por el Ministerio de Minas y Energía en su propuesta para la actualización de la política minera nacional (Ministerio de Minas y Energía, 2023): *“... el Estado tiene la obligación de planear el aprovechamiento de los minerales y propiciar su transformación con el fin de fortalecer su consumo local diversificado; por lo que se hace necesario construir estrategias para que la minería sea una de las bases de la industrialización económica del país”.*

Figura 33. Segmentación sector joyería en Colombia



Fuente: tomado del estudio “Inteligencia de mercados – Joyería y bisutería en Colombia” (LEGISCOMEX, 2007)

Figura 34. Análisis DOFA del sector Joyero Colombiano 2007

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tradición artesanal, joyera y orfebre. ➤ Industria de la joyería con alto potencial de expansión. ➤ Fuente de generación de divisas. ➤ Costos bajos de mano de obra. ➤ Materia prima nacional (oro, plata y esmeraldas). 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Insuficiente calidad y diseño de productos. ➤ Ineficiencia en los procesos de producción. ➤ Escasa integración de la cadena productiva. ➤ Reducido número de empresas exportadoras. ➤ Informalidad.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aranceles preferenciales. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Contrabando ➤ Los trámites de exportación de joyas con esmeraldas solo se pueden realizar en Bogotá.

Fuente: tomado del estudio “Inteligencia de mercados – Joyería y bisutería en Colombia. Legiscomex 2007

En el mercado de la joyería Colombia es principalmente reconocida y valorada por sus esmeraldas, sin embargo, le ha sido difícil entrar a competir en ciertos mercados en donde prima más el precio o el peso que la calidad del producto.

Los principales mercados a los cuales Colombia exportó artículos de lujo fueron Estados Unidos, Chile, Guatemala, México, Suiza, Panamá y Alemania; sin contar algunos países del continente asiático (Portafolio, 2021). Colombia cuenta con acuerdos comerciales que le brindan preferencias arancelarias para la exportación de joyería y bisutería a diferentes países y se espera que próximamente entren a la lista Israel y Japón. En 2017 las exportaciones de joyería y bisutería fueron predominantemente de piedras preciosas (86,2%), seguido por bisutería (12,5%) y joyería (1,2%).

Lo anterior, confluye en la necesidad de fomentar la industrialización del sector minero, como un vector de transformación y aprovechamiento de nuestros recursos y de nuestra riqueza aurífera. Por otra parte, la reindustrialización pensada como la diversificación productiva de la economía, incluiría aspectos asociados al cierre de brechas tecnológicas y el impulso de encadenamientos productivos para la integración regional y global. Esto implica fomentar la innovación tecnológica para que el negocio minero sea sustentable y competitivo en todas sus escalas, promoviendo el perfeccionamiento de la mano de obra y el valor agregado a los minerales extraídos, lo cual, a su vez potencia la formación de vínculos entre diferentes sectores de la economía.

9 Aspectos ambientales asociados a la extracción y comercialización del oro

En Colombia, la industria minera formal representa cerca del 1.6% del PIB nacional (USD 5300 millones en el 2019) y 20% de las exportaciones del país (USD 8250 millones en el 2019) (Agencia Nacional de Minería, 2023). Como parte de esta industria, la minería a pequeña escala y artesanal tiene una gran incidencia en la economía del país, por ello es necesario velar por su formalización y sobre todo por combatir la minería ilegal, debido a que estas actividades son las responsables de generar impactos medioambientales de mayor gravedad, teniendo graves repercusiones económicas y sociales en las comunidades locales (Banco Interamericano de Desarrollo, 2023).

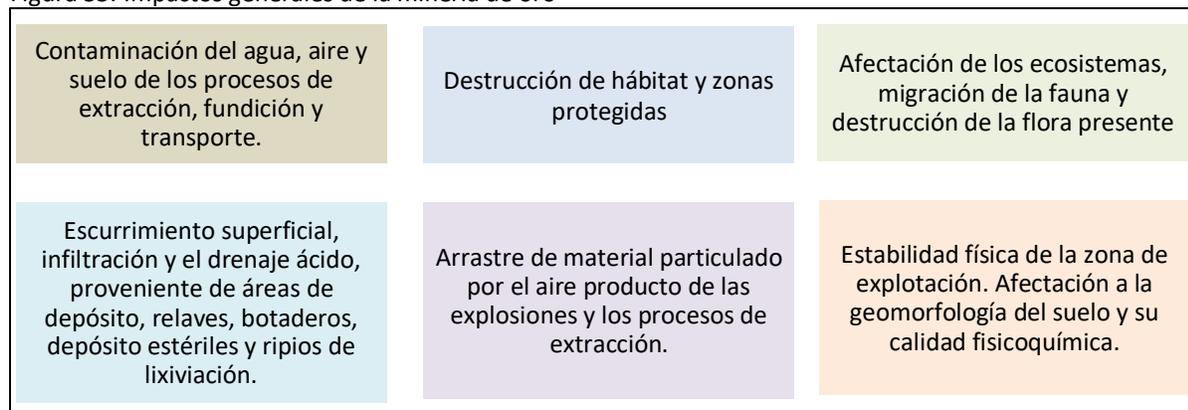
A continuación, se presentan algunos de los impactos propios de las actividades mineras de oro, ya sea por el tipo o escala de extracción. Además, se hace énfasis en el uso de mercurio en procesos de beneficio

del oro y los principios de economía circular asociados a la minería aurífera.

9.1 Impactos ambientales por tipo de extracción

En general, la minería de oro genera impactos en el ambiente, la sociedad y los territorios en los cuales se desarrolla. Algunos de los impactos generales, para todo tipo de extracción, se presentan en la Figura 35.

Figura 35. Impactos generales de la minería de oro



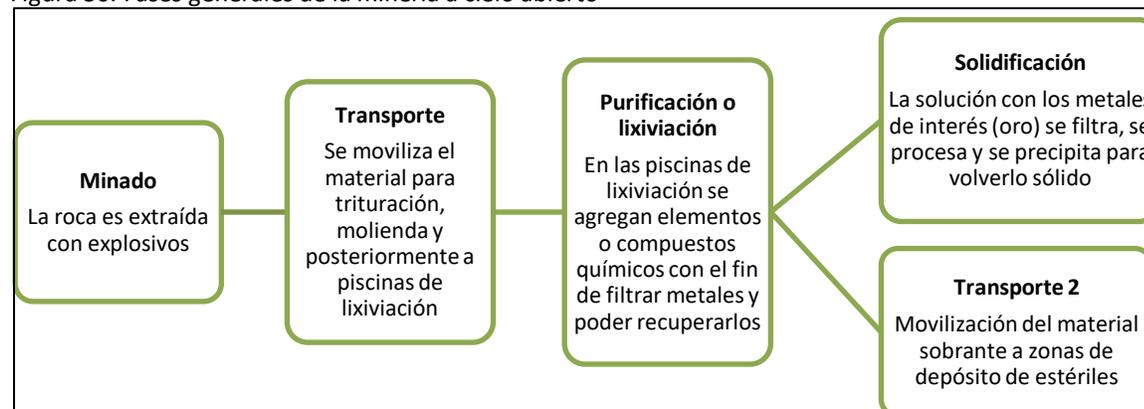
Fuente: elaboración propia con base en Castro Mesa (2021)

A continuación, se expondrán los aspectos más relevantes según el tipo de minería desarrollado, haciendo énfasis en los mayores impactos según el tipo específico de actividad.

9.1.1 Minería de oro a cielo abierto

Se distinguen con este nombre las actividades y operaciones mineras desarrolladas en superficie, en su mayoría de gran o mediana escala. Entre las fases que usualmente se presentan en este tipo de minería, se destacan las que se incluyen el minado, transporte, procesos de beneficio y refinación, entre otros, tal como se muestra en la Figura 36.

Figura 36. Fases generales de la minería a cielo abierto



Fuente: elaboración propia con base en Camacho Beltrán (2017)

Los principales impactos ambientales por la minería a cielo abierto se identifican en la Tabla 14, mientras que los impactos sociales de carácter general se encuentran en la Tabla 15.

Tabla 14. Impactos al medio ambiente por la minería a cielo abierto de extracción de oro

Impactos al Ambiente	
Afectación de la superficie	La minería devasta la superficie, modifica severamente la morfología del terreno, apila y deja al descubierto grandes cantidades de material estéril, produce la destrucción de áreas cultivadas y de otros patrimonios superficiales, puede alterar cursos de aguas y formar grandes lagunas para el material descartado.
Afectación del entorno en general	La minería transforma radicalmente el entorno, pierde su posible atracción escénica y se ve afectado por el ruido producido en las distintas operaciones, como por ejemplo en la trituración y en la molienda, en la generación de energía, en el transporte y en la carga y descarga de minerales y de material estéril sobrante de la mina.
Contaminación del aire	El aire puede contaminarse con impurezas sólidas, por ejemplo, polvo y combustibles tóxicos o inertes, capaces de penetrar hasta los pulmones, provenientes de diversas fases del proceso. También puede contaminarse el aire con vapores o gases de cianuros, mercurio, dióxido de azufre contenidos en gases residuales, procesos de combustión incompleta o emanaciones de charcos o lagunas de aguas no circulantes con materia orgánica en descomposición.
Afectación de las aguas superficiales	Los residuos sólidos finos provenientes del área de explotación pueden dar lugar a una elevación de la capa de sedimentos en los ríos de la inadecuado manejo, almacenamiento o transporte de insumos (como combustibles, lubricantes, reactivos químicos y residuos líquidos) pueden conducir a la contaminación de las aguas superficiales.
Afectación de las aguas subterráneas o freáticas	Aguas contaminadas con aceite usado, con reactivos, con sales minerales provenientes de las pilas o botaderos de productos sólidos residuales de los procesos de tratamiento, así como aguas de lluvia contaminadas con contenidos de dichos botaderos, o aguas provenientes de pilas o diques de colas, o aguas de proceso contaminadas, pueden llegar a las aguas subterráneas. Además, puede haber un descenso en los niveles de estas aguas subterráneas cuando son fuente de abastecimiento de agua fresca para operaciones de tratamiento de minerales.
Afectación del suelo	La minería implica la eliminación del suelo en el área de explotación, y produce un resecamiento del suelo en la zona circundante, así como una disminución del rendimiento agrícola y agropecuario. También suele provocar hundimientos y la formación de pantanos en caso de que el nivel de las aguas subterráneas vuelva a subir. Además, provoca la inhabilitación de suelos por apilamiento de material sobrante, produce suelos estériles que impiden el resurgimiento de la vida.
Impacto sobre la flora	La minería implica la eliminación de la vegetación en el área de las operaciones mineras, así como una destrucción parcial o una modificación de la flora en el área circunvecina, debido a la alteración del nivel freático. También puede provocar una presión sobre los bosques existentes en el área, que pueden verse destruidos por el proceso de explotación o por la expectativa de que éste tenga lugar.
Impacto sobre la fauna	La fauna se ve perturbada y/o ahuyentada por el ruido y la contaminación del aire y del agua, la elevación del nivel de sedimentos en los ríos. Además, la erosión de los amontonamientos de residuos estériles puede afectar particularmente la vida acuática. Puede darse también envenenamiento por reactivos residuales contenidos en aguas provenientes de la zona de explotación.

Impactos al Ambiente	
Cambios en el microclima	La minería puede causar cambios en el microclima y puede provocar una multiplicación de agentes patógenos en charcos y áreas cubiertas por aguas estancadas.
Impacto escénico posterior a la explotación	La minería deja profundos cráteres en el paisaje. Su eliminación puede conllevar costos tan elevados que puedan impedir la explotación misma.

Fuente: tomado de Camacho Beltrán (2017)

Tabla 15. Impactos sociales por la minería a cielo abierto de extracción de oro

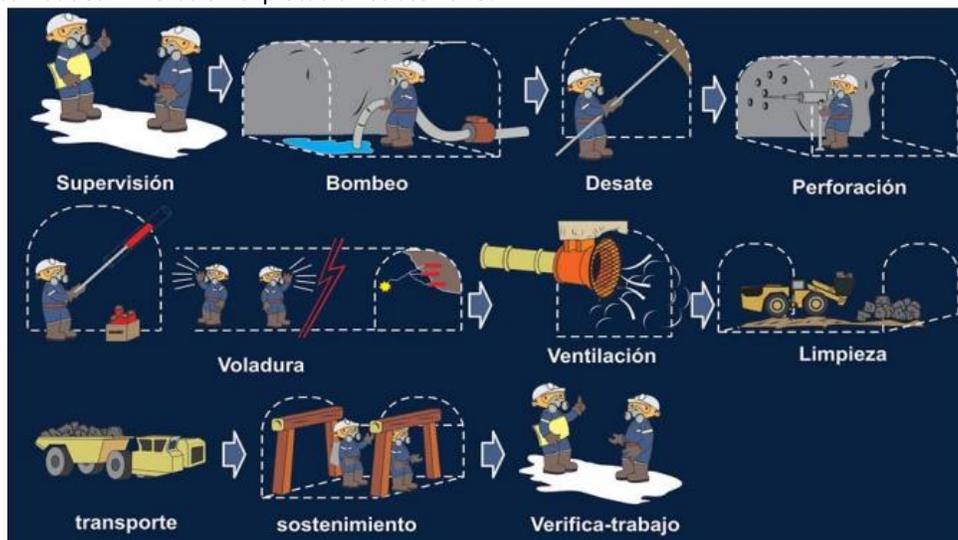
Impactos Sociales	
Impacto sobre las poblaciones	La minería puede provocar conflictos por derechos de utilización de la tierra, dar lugar al surgimiento descontrolado de asentamientos humanos ocasionando una problemática social y destruir áreas de potencial turístico. Puede provocar una disminución en el rendimiento de las labores de pescadores y agricultores debido a envenenamiento y cambios en el curso de los ríos debido a la elevación de nivel por sedimentación.
Impacto sobre el desarrollo regional	La minería tiene un efecto positivo sobre el desempeño económico de los Departamentos. Por supuesto, para que el impacto positivo de la minería en el crecimiento se haga efectivo se requiere de la concurrencia de otros factores, entre los que sobresalen dos incluidos en el análisis: un capital humano de calidad e instituciones.

Fuente: tomado de Camacho Beltrán (2017)

9.1.2 Minería subterránea

La minería subterránea tiene como objetivo la extracción de materias primas depositadas bajo tierra y su transporte hasta la superficie, mediante el acceso por galería y pozos que se comunican con la superficie. Las actividades mineras incluyen actividades como perforación, voladura, cargue y transporte, ventilación, evacuación de agua y entibación, entre otras, tal como se observa en la Figura 37 (Romero Ochoa & Sisalima Cuenca, 2019).

Figura 37. Actividades mineras en explotación subterránea



Fuente: tomado de Romero Ochoa & Sisalima Cuenca (2019)

Los impactos de la minería subterránea son diversos y varían de acuerdo a la etapa de explotación. Los efectos pueden ser de tipo geomecánico, hidráulico, hidrológico, geomorfológico y de calidad del agua; sin embargo, los impactos hidrogeológicos son los que más generan impacto, con incidencia en las fuentes de aguas superficiales y subsuperficiales. Algunos de estos impactos son:

- Alteración de la trayectoria de flujo subterráneas y del componente químico, debido a que la química del agua subterránea puede ser inestable y al entrar en contacto con rocas frescas recientemente expuestas por la excavación de los túneles, puede resultar en reacciones que cambian la calidad del agua subterránea. Ejemplo: Cuando el agua subterránea entra en contacto con una roca altamente mineralizada en un área minera, puede arrastrar consigo altas concentraciones de metales que luego descarga en acuíferos.
- Abatimiento regional y local del nivel freático, como resultado de una extracción sostenida de agua desde los túneles, que deriva en la ocurrencia del fenómeno de subsidencia el cual según algunos autores es una consecuencia inevitable de la minería subterránea, que puede presentarse de forma localizada o regional, de manera inmediata o a largo plazo.
- Inducción de la conexión de unidades hidrogeológicas antes desconectadas, a razón de la subsidencia se genera proliferación de fracturas que inducen al aumento de la apertura y longitud de las fracturas existentes aumentando el flujo vertical.
- En el desarrollo de la explotación de una mina subterránea se construyen túneles, que no existían previamente, lo cual se deriva en la generación de flujos de agua subterránea o flujo directos desde cuerpos superficiales, hacia estos túneles.
- Afectación en las dinámicas hídricas superficiales por cambios en la distribución de presiones inducidas por las excavaciones mineras.
- Formación de sumideros, pozos y vaguadas, como resultado de la alteración de los drenajes superficiales.
- La extracción de grandes caudales de agua por bombeo desde túneles de excavación hasta la superficie, por grandes periodos de tiempo, puede afectar el ciclo hidrológico. Principalmente se puede presentar la aceleración de las respuestas hidrológicas de la cuenca y disminuir los niveles de estiaje del río, al abatir de manera sostenida el nivel freático.
- La evolución de los túneles aumenta indirectamente la conductividad hidráulica de la formación rocosa al incrementar la densidad de fracturas, lo que a largo plazo puede derivar en la interconexión del acuífero local con acuíferos regionales, retrasando por ende los procesos de recarga y descarga hacia y desde el acuífero local, y por ende disminuyendo la cantidad de agua superficial disponible en la zona (Pérez , 2013).

9.1.3 Minería por lavado y dragado y explotación de oro de aluvión - EVOA

El dragado de aguas poco profundas, entendiéndose de una profundidad no mayor de 65 m, es el método más económico de extracción de minerales (Camacho Beltrán , 2017). En estas condiciones es posible

recuperar sedimentos poco compactos empleando dragas, las cuales tienen la función de extraer el material del fondo y riberas de los cuerpos de agua. Las dragas pueden ser mecánicas, las cuales excavan, y las hidráulicas, que succionan el material de fondo. El material extraído es direccionado por una bomba hasta la tolva, en donde se separa el material grueso y se lava el material separado hasta obtener las arenas negras con las partículas de oro. Algunos de los principales impactos en este tipo de minería son:

- Alteración de los cauces y la dinámica fluvial.
- Interrupción de los procesos ecológicos de los cuerpos de agua.
- Generación de sedimentos y colmatación.
- Contaminación de los cuerpos del agua, no solo por el uso del mercurio, sino que también a razón de remover las capas profundas del suelo en donde existen metales estables como el plomo y el arsénico, que al ser liberados resultan contaminando los cuerpos de agua. (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA, 2016)

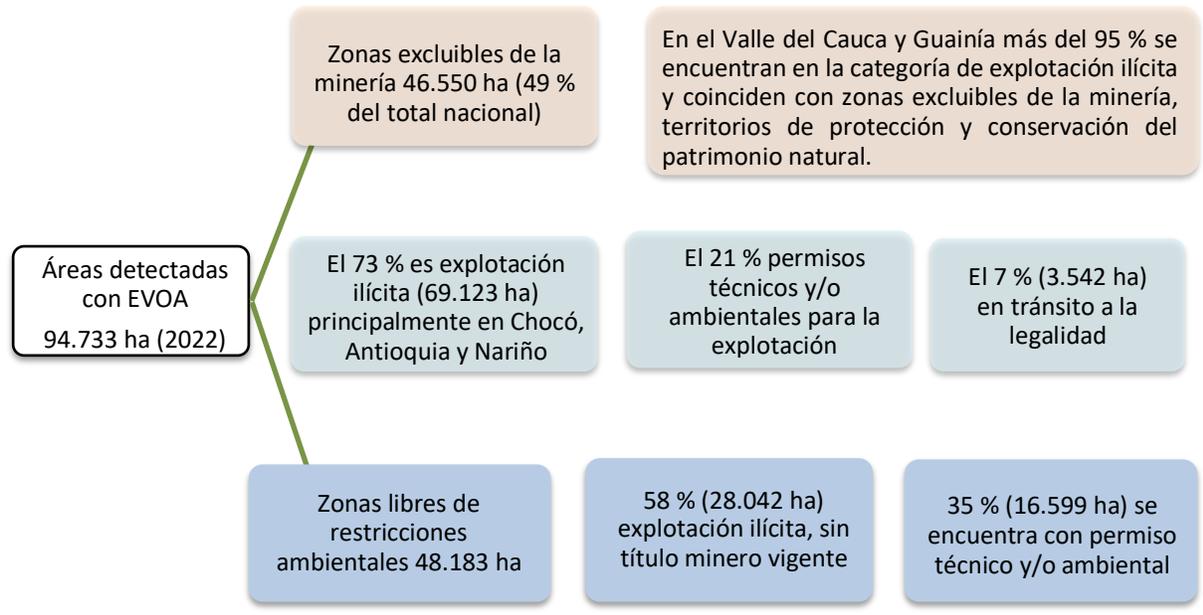
En este tipo de minería se ha identificado el uso del mercurio para generar la amalgamación del oro (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA, 2016), impactos que se tratarán más adelante en este documento.

Por otra parte, la demanda mundial del oro repercute en el incremento de la producción de oro, pero también de la explotación ilícita, que afecta la estabilidad ambiental, económica y social de varias zonas del país. Para el 2022 se determinó que 13 de los 32 departamentos presentan explotación de oro de aluvión (EVOA), con un total de 94.733 ha y se concentra en tres departamentos del país: Chocó, Antioquia y Bolívar, con el 85 % del total nacional. Chocó ocupa el primer lugar con el 40 % del consolidado nacional y focaliza la mayor cantidad de EVOA en la categoría de explotación ilícita (33.938 ha). Los departamentos de Putumayo, Valle del Cauca, Córdoba y Nariño registran incrementos por encima de 11 % (UNODC, 2022).

De las EVOA detectadas en 2022, el 73 % se clasifican como explotación ilícita (69.123 ha), con un incremento de 5.000 ha en relación con el año anterior y se localizan principalmente en Chocó, Antioquia y Nariño (Ver Figura 38). El 21 % cuenta con los permisos técnicos y/o ambientales para la explotación y el 6 % se encuentran en tránsito a la legalidad. La EVOA en tierra se distribuye proporcionalmente en dos categorías principales: en zonas excluibles de la minería se detectaron 46.550 ha (49 % del total nacional) y en zonas libres de restricciones ambientales 48.183 ha (51 %) (UNODC, 2022).

Respecto a las 46.550 ha de EVOA en tierra en zonas excluibles de la minería, la mayoría se localizan en Zonas de Reserva Forestal Ley 2ª de 1959 (45.780 ha), el 76 % se localizó en la Reserva Forestal del Pacífico dentro del llamado "Chocó Biogeográfico", el 24 % en la Reserva Forestal del Magdalena y el 0,5 % en la Reserva Forestal de la Amazonía. En estas zonas predomina la explotación ilícita con una participación del 88 % del total de esta categoría (41.081 ha), en territorios donde se ejerce esta actividad sin las autorizaciones técnicas y ambientales. De acuerdo con lo anterior se concluye que solo una baja porción de las EVOA detectadas se encuentran dentro del marco legal (minero y ambiental), alrededor de la mitad de la EVOA en tierra se encuentra en zonas excluibles de la minería y la otra mitad de la EVOA se encuentra en zonas libres de restricciones ambientales (UNODC, 2022).

Figura 38. Datos sobre explotación de oro aluvial en Colombia



Fuente: elaboración propia UPME (2023), con base en información UNODC (2022)

Adicionalmente es relevante anotar que el 52% de la detección nacional de EVOA en tierra se localiza en territorios de manejo especial que corresponden a 49.598 ha, de las cuales el 88 % corresponde a territorios étnicos (43.702 ha) y el 12 % restante a otras áreas RUNAP (5.896 ha). De los 812 resguardos indígenas registrados oficialmente en 2022, 22 tienen presencia de EVOA en tierra y 10 de ellos concentran el 85 % de la detección (476 ha) (UNODC, 2022).

Y de acuerdo con el monitoreo de EVOA en tierra realizado desde el 2014 se evidencia una pérdida de 54.356 ha de coberturas de vegetación primaria y secundaria (porte arbóreo). Entre 2021 y 2022 se perdieron 11.014 ha de alto valor ambiental (vegetación primaria, vegetación secundaria, y rastrojos altos y bajos), de lo cual el 47 % corresponde a pérdidas sobre vegetación primaria; el 50 % de este fenómeno se concentra en la región del Chocó Biogeográfico (Chocó, Nariño, Valle del Cauca, Cauca y Urabá Antioqueño) (UNODC, 2022).

9.2 Impactos ambientales y sociales por escala de extracción

9.2.1 Minería de subsistencia

La Ley 1955 de 2018, Art 327, define la minería de subsistencia y establece que se entienden incluidas las labores de barequeo, que no comprende la realización de actividades subterráneas, hacer uso de maquinaria o explosivos, ni puede exceder los volúmenes de producción señalados por el Ministerio de Minas y Energía. Además, los mineros deberán cumplir con las restricciones establecidas en los artículos 157 y 158 de la Ley 685 de 2001.

A través de la Resolución 40838 de 2019. "Por la cual se determina el sistema de información de que trata el artículo 327 de la Ley 1955 de 2019, relacionado con la inscripción de los Mineros de Subsistencia", se resuelve obtener un módulo para la inscripción de los mineros de subsistencia dentro de la Sección de

Trámites y Servicios o en aquella sección que para el efecto determine la Agencia Nacional de Minería en sus sistemas de información, módulo que atenderá los requerimientos dispuestos en el artículo mencionado¹³.

En cumplimiento de lo anterior, la Agencia Nacional de Minería ANM, a través de la Resolución 623 de 2020 “*Por la cual se implementa el módulo GÉNESIS para el Registro de Minería de Subsistencia*”, resuelve implementar en la Plataforma de Trámites y Servicios de la Agencia Nacional de Minería, el módulo GÉNESIS¹⁴ para el registro de los Mineros de Subsistencia, en sustitución del registro de mineros de subsistencia del SI.MINERO y en cumplimiento de lo ordenado en el artículo 327 de la Ley 1955 de 2019, y de conformidad con la Resolución 40838 de 2019 del Ministerio de Minas y Energía.

En materia de control se determina que los alcaldes vigilarán el cumplimiento de la norma e impondrán las medidas a que haya lugar, sin perjuicio de las medidas preventivas y sancionatorias que imponga la autoridad ambiental para la prevención o por la comisión de un daño ambiental de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 1333 de 2009, o la norma que la modifique, adicione o sustituya, y el alcalde se abstendrá de inscribir o cancelará la inscripción del minero de subsistencia en los siguientes eventos: a. Si la actividad se realiza en zonas excluidas o prohibidas de las actividades mineras; b. Si la actividad no se realiza con las restricciones establecidas en los artículos 157 y 158 de la Ley 685 de 2001¹⁵.

¹³ Artículo 1. Resolución 40838 de 2019. “*Por la cual se determina el sistema de información de que trata el artículo 327 de la Ley 1955 de 2019, relacionado con la inscripción de los Mineros de Subsistencia*”

¹⁴ De acuerdo con la Resolución 623 de 2020 de la la Agencia Nacional de Minería ANM, el módulo Registro de Minería de Subsistencia-GÉNESIS, es el Módulo de la plataforma de trámites y servicios de la ANM por medio del cual se realizan los trámites de inscripción, actualización, renovación, cancelación y/o vencimiento de los registros de los mineros de subsistencia.

¹⁵ “Ley 685 de 2001 Art 157. Lugares no permitidos. No se permitirá el barequeo en los siguientes lugares: a) En los que no pueden realizarse labores mineras de acuerdo con el artículo 34 y los numerales a), b), c), d) y e) del artículo 35 del Código;”

Art 34. Modificado por el art. 3, Ley 1382 de 2010. *Zonas excluidas 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 han sido constituidas y las que se constituyan conforme a las disposiciones vigentes, como áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales, parques naturales de carácter regional, zonas de reserva forestal protectora y demás zonas de reserva forestal, ecosistemas de páramo y los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar. Estas zonas para producir estos efectos, deberán ser delimitadas geográficamente por la autoridad ambiental con base en estudios técnicos, sociales y ambientales. Los ecosistemas de páramo se identificarán de conformidad con la información cartográfica proporcionada por el Instituto de Investigación Alexander Von Humboldt. No obstante lo anterior, las áreas de reserva forestal creadas por la Ley 2da de 1959 y las áreas de reserva forestales regionales, podrán ser sustraídas por la autoridad ambiental competente. La autoridad minera al otorgar el título minero deberá informar al concesionario que se encuentra en área de reserva forestal y por ende no podrá iniciar las actividades mineras hasta tanto la Autoridad Ambiental haya sustraído el área. Para este efecto, el concesionario minero deberá presentar los estudios que demuestren la adecuada coexistencia de las actividades mineras con los objetivos del área forestal.

Art 35. *Zonas de minería restringida. Podrán efectuarse trabajos y obras de exploración y de explotación de minas en las siguientes zonas y lugares, con las restricciones que se expresan a continuación: a) Dentro del perímetro urbano de las ciudades o poblados, señalado por los acuerdos municipales adoptados de conformidad con las normas legales sobre régimen municipal, salvo en las áreas en las cuales estén prohibidas las actividades mineras de acuerdo con dichas normas; b) En las áreas ocupadas por construcciones rurales, incluyendo sus huertas, jardines y solares anexos, siempre y cuando se cuente con el consentimiento de su dueño o poseedor y no haya peligro para la salud e integridad*

Adicionalmente, la Ley 685 de 2001 (Código de minas) define la minería ilegal en su artículo 159, haciendo alusión a aquella actividad exploratoria o de extracción de minerales, bien sean de propiedad de la nación o de particulares, que se desarrolla sin el correspondiente título minero vigente o sin la autorización del titular de la propiedad privada donde se ubique el proyecto, y es el caso de muchos escenarios de minería de subsistencia, a partir de la cual derivan de ella el sustento diario de miles de familias en el territorio nacional. Sin embargo, este también es un factor de improductividad por el desaprovechamiento racional del recurso minero y genera un incremento de accidentes por explotaciones que no cuentan con las medidas de seguridad mínimas tanto para el ecosistema como para los trabajadores (Valencia L. , 2015). En ese sentido, en la Tabla 16 se presentan los impactos ambientales y en la Tabla 17 los impactos sociales relacionados con la minería de subsistencia.

Tabla 16. Impactos ambientales por la minería de subsistencia de extracción de oro

Impactos ambientales	
Impactos abióticos y bióticos	El uso de este proceso genera afectaciones principalmente en el agua y el aire, que a su vez pasan a ser bioacumulados en flora, suelos, fauna e incluso en los seres humanos (Cano Gil, 2017)
Impactos en la Biodiversidad	La deforestación y la contaminación del agua y los suelos por elementos químicos como el mercurio y sustancias asociadas, pone en riesgo la biodiversidad y la soberanía alimentaria (Valencia L. , 2015)

Fuente: elaboración propia con base en Valencia (2015) y Cano Gil (2017)

Tabla 17. Impactos sociales por la minería de subsistencia de extracción de oro

Impactos sociales	
Impactos en la Salud de las personas	La inhalación de vapor de mercurio no solo es un problema para quienes trabajan con este material extrayendo oro, también resulta un problema de salubridad pública. Ejemplo de esto se da en Segovia (Antioquia) donde el vapor de mercurio presenta concentraciones que oscilan entre los 192 y 697 microgramos por metro cúbico de aire (μ), cuando lo máximo permitido es de 0.025 μ . Esto da como resultado habitantes con posibles daños neurológicos, enfermedades renales y casos de malformaciones genéticas en los bebés (Valencia L. , 2015).
Impactos en la diversidad sociocultural	Debido a su alta vulnerabilidad socioeconómica las organizaciones indígenas pueden ser fácilmente manipulables por las empresas para aceptación de megaproyectos y así mismo por la extracción ilegal de minerales (Valencia L. , 2015)

de sus moradores; c) En las zonas definidas como de especial interés arqueológico, histórico o cultural siempre y cuando se cuente con la autorización de la autoridad competente; d) En las playas, zonas de bajamar y en los trayectos fluviales servidos por empresas públicas de transporte y cuya utilización continua haya sido establecida por la autoridad competente, si esta autoridad, bajo ciertas condiciones técnicas y operativas, que ella misma señale, permite previamente que tales actividades se realicen en dichos trayectos;...”

Impactos sociales	
Impactos Económicos	<p>Evasión de pagos por regalías y pérdidas económicas en la atención que deben brindar las autoridades municipales a los múltiples problemas de salud pública (Valencia L. , 2015)</p> <p>Poca inversión o reinversión de las ganancias derivadas de la minería en la zona que se explota, son causantes del incremento de la pobreza en las mismas comunidades (Cano Gil, 2017)</p> <p>Dificultad para caracterizar socio-demográficamente la población que ejerce la actividad minera, para poder establecer cuáles son sus condiciones de vida y cómo se deben orientar las políticas públicas para mejorar su calidad de vida (Cano Gil, 2017)</p>
Impactos en el orden social	<p>Conflictos entre los mineros y así como con los dueños de las tierras generando disputas sobre el territorio (Cano Gil, 2017)</p> <p>Aumento de delitos, prostitución, situaciones de orden público y la insatisfacción de las necesidades básicas de la comunidad (Valencia L. , 2015)</p> <p>La Minería artesanal y de pequeña escala puede causar impactos sociales directos como el alcoholismo, la drogadicción y la prostitución, a razón de la incorrecta distribución de los recursos generados por esta actividad (Cano Gil, 2017)</p>

Fuente: elaboración propia con base en Valencia (2015) y Cano Gil (2017)

En aras de encontrar respuesta a algunos de estos impactos mencionados anteriormente, el Ministerio de Minas y Energía, a través de la resolución 40217 de 2022, adopta la Política Nacional para la Minería de Subsistencia. Dicho instrumento tiene como visión *“La Minería de Subsistencia en Colombia será, en el 2030, una actividad organizada, que cumple con parámetros de legalidad y trazabilidad, que permite la diferenciación a partir de factores sociales y culturales de poblaciones que, por tradición, han ejercido la actividad, convirtiéndose en un medio de vida digno para el minero”*¹⁶.

Lo anterior, se materializa a través de seis líneas estratégicas que se interrelacionan y complementan con el fin de alcanzar el objetivo general de mejorar las condiciones de vida y de trabajo de las poblaciones mineras, según el citado instrumento. Los impactos asociados a la salud pública (morbilidades asociadas a los efectos que genera el mercurio) y el conflicto armado se vislumbran en el marco de la política; sin embargo, no se correlacionan directamente con alguna de las líneas estratégicas y/o acciones implementadas.

En relación con los principales impactos evidenciados, el eje de *“fortalecimiento institucional”* tiene como objetivo: *“Fortalecer y modernizar las capacidades institucionales para la atención de los mineros de subsistencia, de cara a los nuevos retos, a las expectativas y realidades de la minería en las regiones”* (Ministerio de Minas y Energía, 2022), lo que conlleva a articular acciones para brindar apoyo gubernamental, direccionados a las personas que se dedican a la minería de subsistencia.

Por su parte la línea estratégica *“inclusión social”*, tiene como objetivo: *“Desarrollar acciones que conduzcan a la inclusión y participación de las comunidades mineras en los procesos económicos sociales, culturales y políticos de su entorno y región para la protección social y la promoción del trabajo decente”* (Ministerio de Minas y Energía, 2022) y desarrolla acciones encaminadas a contar con un plan de formación y capacitación a las comunidades mineras, fortalecimiento del tejido social, apoyo

¹⁶ Visión Política Nacional de Minería de Subsistencia. Resolución 40217 de 2022 Ministerio de Minas y Energía. Pág. 50. Por medio de la cual se adopta la Política Nacional para la Minería de Subsistencia.

gubernamental y programas de estado, diseño e implementación de una estrategia de género y transformación cultural de los mineros de subsistencia. Esto permite contrarrestar impactos asociados a vulneraciones de los derechos de las comunidades étnicas, negras y raciales, dificultad en la caracterización poblacional, procesos educativos incompletos (deserción), conflicto por el uso de la tierra y por el uso de los recursos que se encuentran en ella y la evasión de pagos por regalías y pérdidas económicas, lo que a su vez genera poca reinversión en los territorios, representados en pobreza, Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) y una alta proporción de personas en miseria.

9.2.2 Minería de pequeña, mediana y gran escala

El desarrollo minero a mediana y gran escala puede crear riqueza, pero también grandes perturbaciones en la población, ya que, aunque se propone la creación de empleos, mejora de la infraestructura pública o aumentos las demandas de bienes y servicios, los costos y beneficios pueden ser distribuidos inequitativamente. Lo anterior resulta en que de la población no sienta un beneficio directo, un trato justo o una compensación adecuada, por lo que los proyectos pueden resultar en tensión social y conflictos violentos.

Según Arango Mendoza (2014), las comunidades se sienten particularmente vulnerables cuando los vínculos con las autoridades y otros sectores de la economía son débiles o cuando los impactos ambientales causados por la minería (en contaminación de suelos, aire y agua) afectan la subsistencia y el sostenimiento de la gente local. Las diferencias de poder pueden causar una percepción de desamparo cuando las comunidades se enfrentan a la posibilidad de cambio inducido por empresas foráneas, grandes y poderosas (Arango Mendoza, 2014). Algunos de los impactos ambientales y sociales que se produce la minería de pequeña, mediana y gran escala se presentan en la Tabla 18 y Tabla 19, respectivamente.

Tabla 18. Impactos ambientales de la minería a mediana y gran escala

Impactos Ambientales	
Impactos sobre el suelo	<p>Exploración:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Apertura de Túneles exploratorios ● Contaminación del suelo y subsuelo con aceites combustibles y lubricantes químicos <p>Construcción y Montaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Alteración de la capacidad de regulación hídrica del suelo y el subsuelo. ● Alteración y/o pérdida de la función de soporte físico de ecosistemas. <p>Explotación:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Impacto por subsidencia causada por explosivos. ● Contaminación por disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos, que genera la afectación de la pérdida del subsuelo. ● Usos de explosivos y cortes mecánicos, que resultan en la pérdida del subsuelo y la alteración de la capacidad hídrica. ● En la megaminería el peso de los desechos y los grandes volúmenes de materiales, generan tal peso sobre el suelo y subsuelo que resultan en la subsidencia del mismo. ● Existe una alta probabilidad de contaminación del subsuelo a razón de la liberación de sustancias como: Arsénico, molibdeno y selenio, asociadas al oro. ● La escoria genera contaminación del suelo y subsuelo. <p>Cierre:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Contaminación del subsuelo a razón de la incorrecta disposición de residuos sólidos y líquidos resultantes del cierre de operaciones.

Impactos Ambientales	
Impactos sobre el agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> ● Como resultado del manejo inadecuado de las aguas al interior de la mina puede resultar en el vertimiento en cauces de río que terminan con alteración de parámetros, como los sólidos suspendidos y la turbidez. ● Afectación de las rondas y cauces de los ríos y la red de drenajes natural. ● Alteración de la dinámica fluvial y el equilibrio hidrológico. ● Desaparición de cuerpos de agua como quebradas y manantiales. ● Acidificación de las aguas de quebradas y drenajes cercanos a las minas, que por procesos de precipitación y disolución se pueden retener y formar compuestos insolubles que se depositan posteriormente en el suelo. ● Las condiciones acidas con pH de 4 o menores, son condiciones que imposibilitan la supervivencia de plantas, animales y peces. Los impactos en la vida acuática pueden ir desde la muerte inmediata de los peces hasta efectos sub-letales como la afectación a su crecimiento, comportamiento y capacidad reproductiva.
Impactos sobre el agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> ● Afectaciones químicas mediante el vertido de desechos líquidos y sólidos derivado de las actividades mineras (aguas ácidas, hidrocarburos, aceites de equipos). ● Problemas referentes a la permanencia de los acuíferos, a razón de los flujos de agua hacia los tajos mineros, su salida a la superficie y su extracción por bombeo, que son resultantes de afectaciones a los niveles de agua a nivel local y dependiendo de la escala de la minería. ● Contaminación por mezclas con agua de baja calidad. ● Redireccionamiento de flujos y desecación de acuíferos.
Impactos sobre el aire	<p>Ocurre durante casi todas las etapas del ciclo de vida de la mina, exceptuando el cierre y el abandono. Las mayores fuentes de contaminación de las operaciones mineras son: material particulado, emisiones de fuentes móviles y emisiones gaseosas provenientes de la quema de combustible de fuentes fijas como voladuras y en el procesamiento de los minerales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fuentes móviles: Generan grandes cantidades de material particulado, dióxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la formación de ozono a nivel suelo. ● Fuentes estacionarias: El oro producido en hornos de fundición/flujo, pueden producir altos niveles de emisión de mercurio, arsénico, dióxido de azufre y otros metales. ● Emisiones fugitivas: Sus impactos serán difíciles de predecir o calcular, son resultantes de actividades como: almacenamiento y manipulación de materiales. Procesos mineros, fugas, polvo, voladuras, actividades de construcción, caminos, pilas y lagunas de lixiviación, depósitos de material estéril y escombros. <p>Ruido y vibración</p> <p>Se presenta como resultado de: motores de vehículos, carga y descarga de rocas, voladuras, generación de energía, entre otras fuentes relacionadas con la construcción y actividades propias de la mina. Puede afectar la vida silvestre generando migraciones de los animales, y de las poblaciones humana a razón de las vibraciones pueden afectar la estabilidad de infraestructuras, edificios y casas.</p>
Impactos sobre la vida silvestre	<ul style="list-style-type: none"> ● Pérdida del hábitat: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Perturbación, remoción y redistribución de superficie de terreno. ➤ Destrucción o desplazamiento de especies en áreas excavadas y en los depósitos de desechos mineros. ➤ De rellenarse los riachuelos, lagos y lagunas, los peces, invertebrados acuáticos y anfibios serán impactados gravemente. ➤ Reducción de abastecimiento de alimentos de los depredadores.

Impactos Ambientales	
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Al impactarse la vegetación cercana a los estanques, reservorios, pantanos y humedales, reduce la calidad y calidad de vida esencial para las aves acuáticas, aves costeras y muchas otras especies. ➤ Algunas especies toleran muy poco las perturbaciones, resultando en la imposibilidad de que se reproduzcan y por lo tanto la desaparición de la especie en la zona. ● Fragmentación del hábitat <ul style="list-style-type: none"> ➤ Impedimentos o incluso imposibilidad del traslado natural de las especies nativas, como resultado del corte de sus rutas migratorias. ➤ Aislamiento de las especies que puede causar una reducción del número de especies o efectos genéticos como la endogamia ➤ Las especies que requieran grandes extensiones de hábitat pueden desaparecer

Fuente: elaboración propia con base en Arango Mendoza (2014)

Tabla 19. Impactos sociales de la minería a mediana y gran escala

Impactos sociales de la minería	
Desplazamiento humano y reubicación	<ul style="list-style-type: none"> ● El desplazamiento de comunidades asentadas puede ser la causa de conflictos y resentimientos relacionados con proyectos mineros a gran escala. ● Pérdida de tierras y medios de subsistencia, perturbando las instituciones comunitarias y las relaciones de poder. ● Es posible que los reasentamientos se hagan en áreas sin adecuado acceso a recursos o permanecer cerca de la mina, donde pueden estar sujetas a la contaminación.
Migración de personas	<ul style="list-style-type: none"> ● Uno de los impactos más significativos de las actividades mineras es la migración de las personas hacia los asentamientos mineros. El flujo de personas eleva las presiones sobre las tierras y la distribución de beneficios. ● Los aumentos súbitos de la población generan presiones sobre las tierras, aguas y otros recursos, así como problemas de saneamiento y disposición de desechos. ● La mejora de infraestructura también trae colonos
Perdida de acceso al agua limpia	<ul style="list-style-type: none"> ● Las poblaciones locales, se preocupan de que las actividades mineras puedan afectar negativamente sus fuentes de abastecimiento de agua. ● Afectan desde la sostenibilidad de las fuentes de sustento de las familias locales hasta la solvencia de los gobiernos nacionales. ● Probabilidad de conflictos violentos entre mineros y comunidades.
Impactos en los medios de subsistencia	<ul style="list-style-type: none"> ● Las actividades mineras manejadas de forma inadecuada pueden generar: degradación de suelos, agua, biodiversidad, los recursos forestales y otros necesarios para actividades productivas locales y la subsistencia de la población local. ● La contaminación no controlada, genera costos que se trasladan a otras actividades económicas tales como la agricultura y la pesca. Esta situación empeora por el hecho que con frecuencia las actividades mineras tienen lugar en zonas habitadas por poblaciones históricamente marginadas, discriminadas y excluidas.

Impactos sociales de la minería	
Impactos sobre la Salud Pública	<ul style="list-style-type: none"> • Agua: contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con metales, elementos, microorganismos provenientes de desagües y desechos de los campamentos y residencia de los trabajadores. • Aire: Exposición a altas concentraciones de dióxido de azufre, material particulado, metales pesados, incluyendo plomo, mercurio y cadmio. • Suelos: Precipitación de elementos tóxicos suspendidos en las emisiones atmosféricas. • Los impactos de las actividades mineras pueden afectar súbitamente la calidad de vida y el bienestar físico, mental y 51 social mencionados en la definición de salud de por la OMS. • Los campamentos mineros improvisados con frecuencia pueden afectar la disponibilidad de alimentos y seguridad (calidad y cantidad) aumentando el riesgo de desnutrición. No solamente por la exposición o sustancias tóxicas sino también por deficiencias nutricionales. • No es extraño ver efectos indirectos de la minería en la salud pública tales como un aumento de la incidencia de tuberculosis, asma, bronquitis crónica y enfermedades gastrointestinales
Impactos sobre los recursos culturales y estéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Completa destrucción de un recurso si este se encuentra en áreas sujetas a excavaciones o perturbaciones en la superficie de terrenos. • Degradación o destrucción de lugares de valor cultural dentro o fuera del sitio de operaciones como resultado de cambios en los patrones hidrológicos o de la topografía, por el movimiento de tierras (remoción, erosión, sedimentación). • Remoción sin autorización de artefactos de interés cultural o histórico. • Vandalismo como resultados del aumento de personas en lugares previamente inaccesibles. • Impactos visuales causados por el desbroce de vegetación, grandes excavaciones, polvo, y la presencia de maquinaria pesada y vehículos

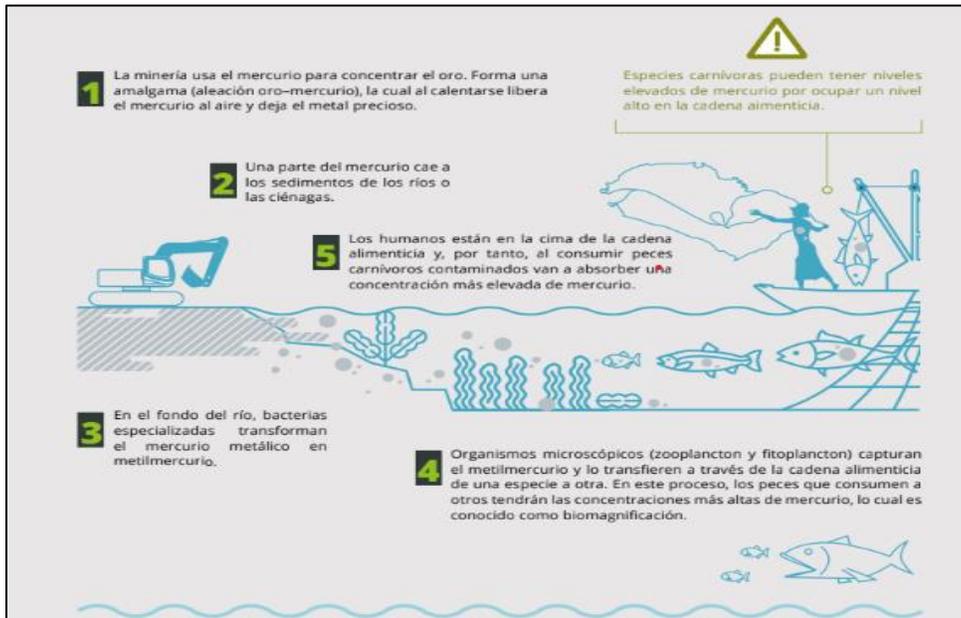
Fuente: elaboración propia con base en Arango Mendoza (2014)

9.3 Uso de mercurio en la minería aurífera y su relación en el ambiente

Uno de los métodos utilizados en la minería artesanal y de pequeña escala es el uso de mercurio como técnica de amalgamación, ya que se caracteriza por su rapidez y bajo costo. Sin embargo, con esta técnica artesanal no solo se recupera menos del 60% del oro, sino que además afecta la salud de los trabajadores, la población y el ecosistema, y libera grandes cantidades de tóxicos en el medio ambiente. Por ello la minería artesanal y de pequeña escala se ha posicionado como la mayor fuente de contaminación por mercurio a nivel global (Cano Gil, 2017).

El proceso usual de extracción de uso con mercurio consiste en formar soluciones llamadas amalgamas (que son aleaciones de mercurio con otros elementos, en este caso oro o plata), para posteriormente evaporar el mercurio a altas temperaturas y así poder obtener el oro puro. Al realizar las amalgamaciones o quemas, el mercurio se puede verter a los ríos o suelos o evaporarse, tal como se presenta en la Figura 39 donde se evidencia el ciclo del mercurio en la minería (García Arbeláez, y otros, 2017)

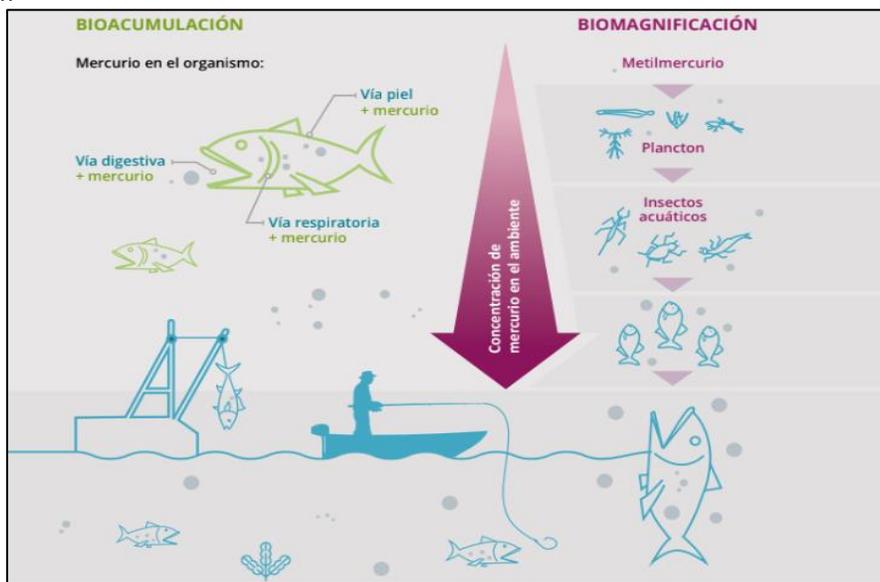
Figura 39. Ciclo del mercurio en la minería



Fuente: tomado de García Arbeláez et al., 2017

Los principales impactos del mercurio en los ecosistemas están asociados a los procesos de bioacumulación (proceso en el cual el mercurio se acumula en los organismos vivos hasta alcanzar concentraciones mayores a las que se encuentran en el ambiente o en los alimentos) y biomagnificación (aumento de la concentración del mercurio a medida que avanza la cadena alimenticia, es decir, a medida que un organismo grande se come a uno más pequeño) (García Arbeláez, y otros, 2017). Esto se ve representado en la Figura 40.

Figura 40. Efectos del mercurio sobre el medio ambiente mediante los procesos de bioacumulación y biomagnificación



Fuente: tomado de García Arbeláez et al., 2017

Por otra parte, la magnitud de los efectos tóxicos del mercurio en los seres humanos debido al mercurio depende de la dosis recibida, la forma química del metal, la vía de exposición (contacto con la piel, inhalación e ingestión) y tipo de exposición que puede ser aguda o crónica (García Arbeláez, y otros, 2017). Algunos de los sistemas u órganos que pueden verse afectados son el sistema nervioso central y periférico, los órganos sensoriales, el sistema endocrino, los pulmones, los riñones, la piel, el sistema digestivo, el sistema cardiovascular y hematológico y el sistema inmune.

En general, las personas que se ven principalmente afectadas por este metal pesado son los mineros durante la extracción de oro y la población que vive o trabaja cerca de lugares donde se realiza la amalgama, especialmente mediante el consumo de alimentos contaminados con mercurio. Particularmente los pescadores y personas que trabajan en ríos contaminados pueden tener mayor incidencia. Igualmente, dentro de la población más vulnerable se encuentran las madres gestantes, ya que la madre transfiere el mercurio al feto a través de la placenta y a los niños lactantes por medio de la leche materna; y los niños, debido a que el mercurio afecta el desarrollo cerebral y durante el periodo gestacional en concentraciones altas puede generar malformaciones, lo que se conoce como la enfermedad de Minamata que se caracteriza por el deterioro de los sentidos de la vista y el oído, la descoordinación corporal y parálisis, entre otros.

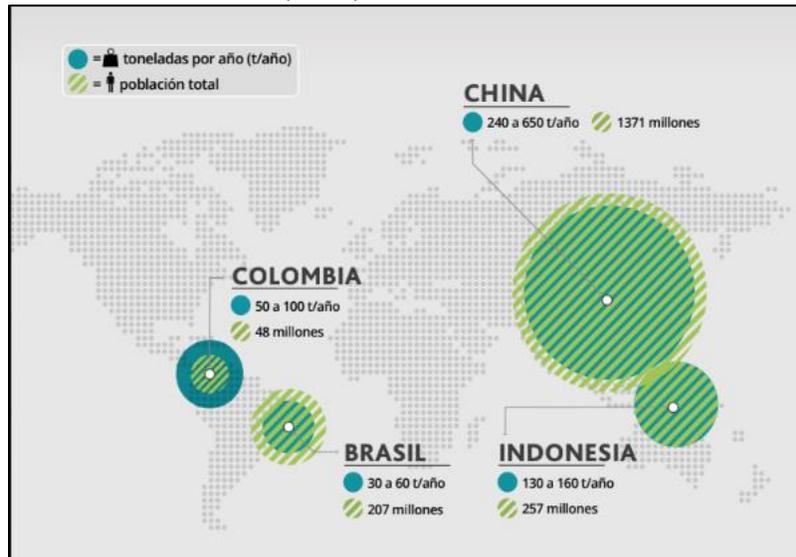
9.3.1 Convenio de Minamata

Este tratado internacional, resultado de años de cooperación y negociación entre casi 140 países, promueve planes específicos por país con el objetivo de eliminar prácticas inseguras, para que las personas puedan ser beneficiadas de una minería responsable. El objetivo del convenio es proteger la salud humana y el medio ambiente de las emisiones y liberaciones antropógenas de mercurio y compuestos de mercurio.

En el Convenio se reconoce el mercurio como un producto químico con capacidad de transporte a largas distancias en la atmósfera, su persistencia en el medio ambiente tras su introducción antropogénica, su capacidad de bioacumulación en los ecosistemas y sus importantes efectos adversos para la salud humana y el medio ambiente (ONU, 2017).

Según García Arbeláez et al. (2017), Colombia es el país que más mercurio libera per Cápita, en promedio por cada colombiano se liberan 1,6 kg de mercurio cada año, seguido de Perú con 1,0 kg, Brasil 0,2 kg, Indonesia 0,6 kg y China 0,3 kg (Figura 41). Según los autores, se calculan las liberaciones de mercurio asumiendo que el total del mercurio empleado en la minería de oro a pequeña escala equivale al mercurio liberado al ambiente, con los datos de población consultados en Banco Mundial.

Figura 41. Libración de mercurio en el mundo per cápita



Fuente: tomado de García Arbeláez et al., (2017)

Colombia se suscribió al convenio de Minamata el 10 de octubre de 2013 y el 26 de agosto del 2019 el país depositó un instrumento de ratificación con lo que se convirtió en un miembro pleno de esta organización (Cancillería, 2023). Este convenio es un instrumento multilateral jurídicamente vinculante, lo que quiere decir que es obligatorio para los estados que lo ratifiquen, por lo tanto, Colombia ha demostrado su compromiso desarrollando las siguientes acciones en pro de la implementación del convenio:

- El Congreso de la República de Colombia aprobó la Ley 1658 del 15 de julio de 2013, el cual establece disposiciones para la comercialización y el uso de mercurio en diferentes actividades industriales del país y se fijan requisitos e incentivos para su reducción y eliminación (Cancillería, 2023). A la fecha, el uso y comercialización de mercurio están prohibidos en el país.
- El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el 2015 desarrolló el Plan Único Nacional del Mercurio, por medio del cual se buscan establecer acciones con las que se cumpla la ley y se constituyan en la aplicación del Convenio de Minamata (Cancillería, 2023).
- Mediante la Ley 1892 del 11 de mayo de 2018, Colombia aprobó el "Convenio de Minamata sobre el Mercurio" el cual contó en junio de 2019 con la declaración de exequibilidad por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-275 y depositó el instrumento de ratificación (Cancillería, 2022).
- El 25 de marzo del 2022 se realizó la Cuarta Conferencia de Estados Parte del Convenio sobre Mercurio (COP 4), en el cual Colombia ocupó la vicepresidencia como parte de la Mesa directiva y ejerció la coordinación del Grupo de América Latina y el Caribe - GRULAC. En esta, los temas más destacados fueron el establecimiento de fechas después de las cuales no se permitirá la fabricación, importación y exportación de productos ni procesos con mercurio añadido, el funcionamiento de la gestión de recursos y mecanismo financiero, y el lanzamiento de la primera evaluación de eficacia del Convenio (Cancillería, 2022).

Actualmente, Colombia adelanta el Plan Nacional de Acción sobre extracción de oro artesanal y en pequeña, el cual se enmarca en el Artículo 7 y Anexo C del Convenio de Minamata¹⁷. Este Plan Nacional es un esfuerzo en cabeza del Ministerio de Minas y Energía, que se ha desarrollado en conjunto con otros ministerios como son el de Relaciones Exteriores, el de Salud y Protección Social, el de Educación, el de Hacienda y Crédito Público, entre otros; al igual que entidades adscritas a estos ministerios. Se espera que para el 2024 se tenga en funcionamiento este Plan de Acción, con el que se espera que las instituciones se articulen para lograr el objetivo común de eliminar el uso y comercialización del mercurio de las actividades de minería.

9.3.2 Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022 y el mercurio en Colombia¹⁸

En lo que refiere a cantidad y calidad del recurso hídrico en Colombia y particularmente en análisis del uso del mercurio en actividades mineras desarrolladas en el país, es relevante mencionar que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), dentro de sus funciones, “...*determina la situación actual y posibles escenarios futuros del agua en Colombia, considerando componentes de oferta, demanda, calidad y riesgo hidrológico, a partir de las características de ocurrencia natural y afectaciones por su interrelación con el medio natural y la sociedad.*”, y en ese sentido desarrolla análisis del origen, distribución, oferta, demanda y calidad del recurso hídrico del país a fin de poder evaluar su estado actual.

Por lo anterior, y resultado de la investigación técnico-científica, se ha desarrollado el Estudio Nacional del Agua desde 1998 y cuya versión más reciente corresponde a la del 2022; el cual tiene como propósito actualizar la evaluación integral del agua a nivel nacional, con el objetivo de efectuar un seguimiento de su estado y dinámica e identificar escenarios futuros que orienten la toma de decisiones estratégicas basadas en información y conocimiento. Adicionalmente, es un estudio que sirve como referente para la evaluación regional, local y sectorial del agua, y que a continuación expone elementos particulares en materia de información referente a la minería de oro y el uso de mercurio en los procesos de beneficio del mineral.

Cuando en el Estudio Nacional del Agua 2022 se habla del mercurio en la actividad minera por beneficio de oro, se anota que se presenta un cambio de enfoque en comparación de los datos reportados en el ENA 2018, en el cual se consideraba la producción oficial de oro reportada por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) y datos sobre uso de mercurio por distrito minero. Sin embargo, con la entrada en vigor del convenio de Minamata en el año 2017, en el que se prohíbe el uso de mercurio en la actividad minera aurífera, se asume que la producción oficial de oro ya no hace uso del mercurio (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022)

Por lo tanto, para el ENA 2022 no se hizo uso de la información reportada por la UPME, porque corresponde a una producción oficial de oro que en teoría ya no debe utilizar mercurio para su extracción. En consecuencia, para el estudio, el IDEAM hizo uso de la siguiente información:

¹⁷ Convenio de Minamata sobre el Mercurio <https://minamataconvention.org/es/resources/convenio-de-minamata-sobre-el-mercurio-textos-y-anexos>

¹⁸ IDEAM (2022) Consultado en http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQikOLFPrw/view/125666586

La cantidad de mercurio incautado en actividades mineras por las Fuerzas Militares de Colombia, de lo cual se tiene información del reporte de mercurio incautado de los años 2021 y 2022, principalmente en el departamento de Antioquia en donde solo en el año 2021 se reportó 18,02 kg de mercurio incautado del total nacional de 26,95 kg. Para el año 2022 se reportaron 18,03 kg de mercurio incautado a nivel nacional.

Adicionalmente, hizo uso de diferentes fuentes de información que generan datos o estudios acerca del mercurio, aun cuando expone que: *“las respectivas plataformas reportan datos no sistemáticos de mediciones de mercurio en agua, suelos y relaves”*:

- Plataforma Toxic Sites Identification Program (TSIP).
- Planet Gold Colombia.
- Plataforma Piragua.
- Sentencia río Atrato T-622 de 2016, aunque no se trata de una plataforma el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible realiza mediciones de mercurio en suelo como indicador para procesos de seguimiento.

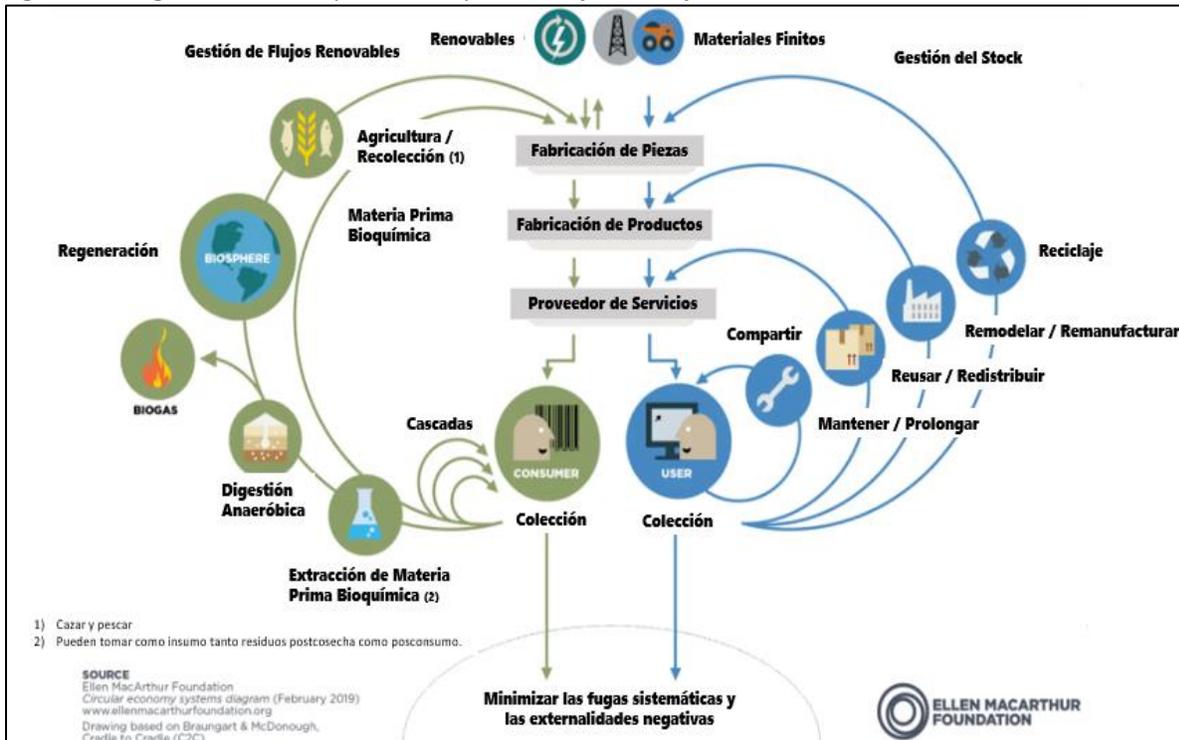
A partir de lo anterior el IDEAM, logró identificar varios aspectos que se deben considerar en un futuro para generar un análisis integral del uso de mercurio en la actividad minera (incluyendo la minería ilegal) y su incidencia en la calidad del recurso hídrico (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022). En este estudio se concluyó:

- **Los sistemas de información actuales no garantizan un monitoreo continuo temporal y espacial:** por lo tanto, no se puede generar un análisis comparativo entre diferentes periodos de tiempo y zonas, que permitan evidenciar cambios asociados al uso del mercurio.
- **Parte de las mediciones de mercurio se realizan directamente sobre las fuentes hídricas:** en estos casos, los resultados de mercurio están por debajo del límite de detección ya que el mercurio sedimenta y no es detectado en las muestras de agua, por lo que se requiere que las muestras se realicen en suelo, sedimentos, relaves.
- **Se presenta una distribución de mediciones que se enfatizan en la zona Andina y en parte del Pacífico:** sin embargo, en otras zonas donde hay presencia de actividades mineras y uso de mercurio no se tienen mediciones por dificultades de acceso a dichas zonas, lo que impide la generación de un diagnóstico completo en todo el país.
- **Desde el ámbito nacional, se debe diseñar una plataforma para el reporte y centralización de la información:** se requiere elaborar un protocolo para la toma de muestras de mercurio en los diferentes medios que garanticen la relación entre el mercurio detectado y la actividad minera.
- **La falta de normatividad en Colombia no permite establecer si las concentraciones de mercurio detectadas en las muestras sobrepasan un determinado límite que genere afectaciones en los ecosistemas:** en las condiciones actuales, las mediciones permiten reportar el uso de esta sustancia que está prohibida, pero no logran determinar el impacto en el recurso hídrico.

9.4 Principios de economía circular asociados a la minería aurífera

La *economía circular* se basa en los principios del desarrollo sostenible y busca que lo que se reconoce como residuos sean considerados como materia prima. Adicionalmente, se busca que los productos generados tengan ciclos de vida útil más duraderos y se tiene un mayor enfoque en el servicio más que en el producto (García Roba, 2020). En la Figura 42 se observan los ciclos de la economía circular.

Figura 42. Diagrama de la mariposa, en el que se reflejan los flujos de los ciclos en la economía circular.



Fuente: tomado de Ellen MacArthur Foundation, 2020

En términos generales, la economía circular se basa en tres principios: eliminar los residuos y la contaminación; circular los productos y materiales (en su valor más alto) y regenerar la naturaleza (Ellen MacArthur Foundation, 2020). En el caso del sector minero colombiano, en la **Ley 2250 de 2022**, se definen los siguientes aspectos con relación a la economía circular:

Artículo 12. Economía Circular para el sector minero. *Con el fin de fomentar mejores prácticas que promuevan la circularidad de los flujos de materiales y la extensión de su vida útil a través de la implementación de la innovación tecnológica, alianzas y colaboraciones entre actores y el impulso de modelos de negocio que responden a los fundamentos del desarrollo sostenible, para el sector minero se podrá:*

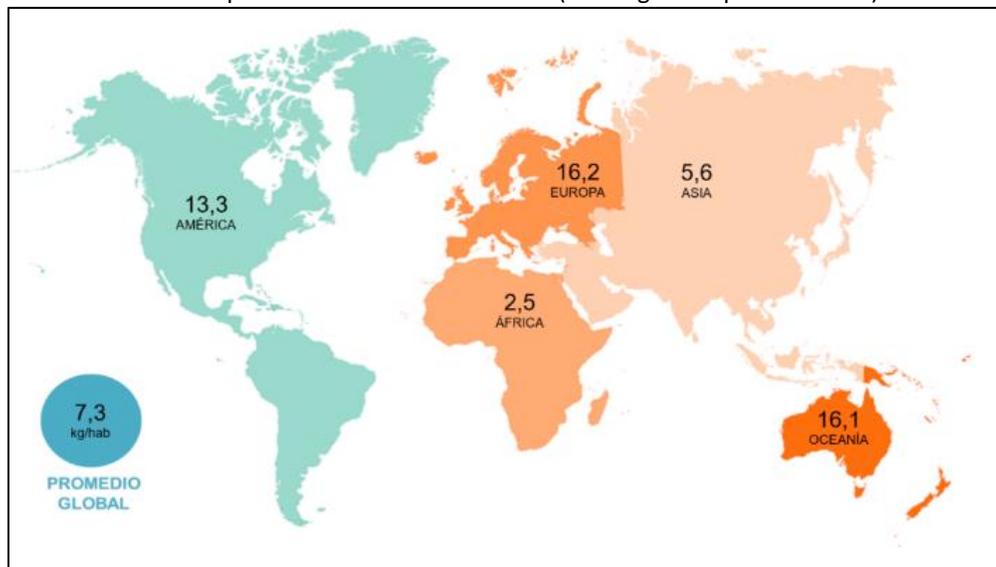
- a. *En las áreas en que se realicen actividades de explotación minera autorizada ... (oro, plata, platino), piedras preciosas y semipreciosas, materiales de construcción y demás minerales susceptibles de ser reprocesados... podrán entregar a terceros los residuos, estériles y colas resultado de la extracción del mineral, con el fin de ser aprovechado por empresas, asociaciones o agremiaciones...*
- b. *Cuando haya una afectación ambiental por explotación de minerales sin que hubiera explotador identificado, la autoridad ambiental competente ordenará la recuperación y restauración ambiental y para ello se permitirá que empresas especializadas se hagan cargo a su costa para realizar la recuperación y restauración ambiental de dichas áreas y el posible aprovechamiento del mineral producto de estas actividades.*

9.4.1 Otros aspectos que pueden tener relación con la economía circular y el oro

Entre los tipos de desechos que actualmente se generan de forma más significativa a nivel mundial, se encuentran los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEES). El aumento de flujo de desechos de este tipo de residuo se puede atribuir a las continuas innovaciones tecnológicas, a los cortos ciclos de vida de los mismos y la creciente demanda por los consumidores (CEPAL, 2021).

En el 2019 se generaron 53.6 millones de toneladas métricas (Mt), según se reportó en el observatorio mundial de Residuos Electrónicos 2020, equivalente a una generación promedio mundial de 7.3 kg/habitante (Figura 43). A pesar de que a partir de los RAEES es posible obtener una variedad de materiales, se evidencia una baja tasa de reciclaje de los mismos (CEPAL, 2021).

Figura 43. Generación de RAEE por continente en el año 2019 (en kilogramos por habitante)



Fuente: tomado de CEPAL (2021)

Las tendencias actuales indican que los residuos electrónicos aumentarán en los próximos años, con una tasa promedio 3,1% que será resultante de una generación de 74,7 toneladas métricas para el 2030 y un aumento en la tasa de generación promedio de habitantes a 9 kg/habitante (CEPAL, 2021). De continuar con el modelo consumista no sustentable, en el que la huella por la explotación de los recursos naturales limitados es cada vez más visible y la desenfrenada generación de desechos que se producen cuando un material ha cumplido su ciclo de vida útil, la posibilidad de lograr el estadio de la calidad de vida sostenible en el tiempo será cada vez más difícil de lograr (García Roba, 2020).

El Gobierno nacional formuló y promulgó la Política Nacional de RAEE en el año 2017, mediante la cual se establecen los principios, objetivos, componentes y acciones que establece la Ley 1672 de 2013, y considera la situación y dinámicas actuales de los RAEE en Colombia y el resto del mundo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). La política nacional desarrolla un plan de acción a 15 años con un objetivo general y cuatro objetivos específicos como son: a) sensibilización y educación hacia la producción y el consumo responsable de aparatos eléctricos y electrónicos, para la extensión de su vida útil y para la promoción de medidas orientadas al eco-diseño; b) desarrollo y establecimiento de instrumentos para la recolección y gestión de RAEE; c) transferencia tecnológica y desarrollo de

infraestructura ambientalmente segura para el aprovechamiento de RAEE; d) conformación de esquemas de trabajo conjunto entre el sector privado y el desarrollo de alianzas público-privadas para promover la gestión integral de RAEE (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

El reciclaje de este tipo de materiales se presenta como una oportunidad para enfrentar la escasez de recursos minerales que enfrenta la industria electrónica y reducir con la contaminación ambiental y el riesgo a la salud humana que estos residuos representan (CEPAL, 2021).

9.4.1.1 Minería Urbana

La minería urbana es un término previo a la economía circular, ya que parte del principio de recuperar materiales e incorporarlos al proceso productivo (BBVA, 2023). El reciclaje de metales o minería urbana, como también se denomina, nos da la oportunidad de llegar a obtener entre 300 y 350 gramos por tonelada de metales provenientes de residuos de circuitos de computadores y teléfonos celulares. (García Roba, 2020). Adicionalmente, los otros componentes no metálicos pueden ser separados y reciclados en otros procesos productivos. Esta es una opción que permite crear valor al recuperar una parte importante de minerales y polímeros con posibilidad de utilizarse posteriormente como insumos de nuevos aparatos electrónicos, reduciendo de forma considerable el impacto que los RAEE generan en el medio ambiente (García Roba, 2020).

Los residuos eléctricos y electrónicos están compuestos generalmente por una proporción de 30% plásticos, 40% óxidos refractarios (cerámicos) y 30% metales, siendo los volúmenes posibles de tipos de metales recuperables los que se presentan en la Tabla 20. Considerando los posibles volúmenes a obtener por tonelada y el precio en el mercado por kg de los metales, se presenta como una opción muy rentable que puede alcanzar una planta de gestión de RAEEs (CEPAL, 2021).

Tabla 20. Volúmenes posibles de metales recuperable por tonelada de RAEE

Metales preciosos	
Oro	400 gr.
Plata	700 gr.
Platino	300 gr.
Paladio	17 gr.
Metales básicos	
Hierro	80 Kg.
Cobre	120 Kg.
Níquel	9 Kg.
Bronce	3,5 Kg.
Estaño	8 Kg.
Aluminio	4 Kg.
Zinc	2,5 Kg.

Fuente: tomado de García Roba, 2020

Con la suma de los ingresos estimados por venta del plástico y de los elementos cerámicos de los RAEEs, adicionados a los ingresos por recuperación y venta de los metales presentes en estos aparatos y equipos, se pueden obtener ingresos superiores a 30.000 euros, es decir, cerca de 131 millones de pesos colombianos, por tonelada de desechos (CEPAL, 2021). Algunos ejemplos de estos materiales se encuentran en la Figura 44.

Según el profesor Ruediger Kuehr, de la Universidad de Limerick en Irlanda una tonelada de teléfonos móviles es más rica en oro que una tonelada de mineral. Según sus cálculos, “en un millón de teléfonos móviles hay 24 kilogramos de oro, 16.000 de cobre, 350 de plata y 14 de paladio” (Limón, 2023).

Figura 44. Posibilidades de recuperación de materiales por tipo de equipo o componente



Fuente: elaboración propia con base en información de (Fundación ECOLEC, 2020)

Considerando que las cantidades de metales preciosos en RAEE es mayor a la obtenida en la minería convencional (un depósito primario tiene alrededor de 5 a 10 gramos de oro por tonelada mientras que en los dispositivos electrónicos se puede llegar a encontrar aproximadamente 280 gramos), la minería urbana se posiciona como una opción sostenible y rentable para la obtención de materias primas de alto valor agregado (Aristizábal-Alzate, 2021). Algunos ejemplos de RAEE y sus respectivos contenidos de metales se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Ejemplos de RAEE y sus contenidos de metales

E-Waste	Fe (wt %)	Cu (wt %)	Al (wt %)	Pb (wt %)	Ni (wt %)	Ag (ppm)	Au (ppm)	Pd (ppm)
Tableros de TV	28	10	10	1,0	0,3	280	20	10
Tableros PC	7	20	5	1,5	1	1000	250	110
Desechos de teléfonos móviles	5	13	1	0,3	0,1	1380	350	210
Dispositivos de audio	23	21	1	0,14	0,03	150	10	4
Reproductores de DVD	62	5	2	0,3	0,05	115	15	4
Desechos de calculadora	4	3	5	0,1	0,5	260	50	5
Tableros principales de PC	4,5	14,3	2,8	2,2	1,1	639	566	124
Desechos de circuitos impresos de tableros	12	10	7	1,2	0,85	280	110	-
Desechos de TV	-	3,4	1,2	0,2	0,038	20	<10	<10
Desechos electrónicos	8,3	8,5	0,71	3,15	2,0	29	12	-
Desechos de PC	20	7	14	6	0,85	189	16	3
Desecho electrónico típico	8	20	2	2	2	2000	1000	50
Desechos electrónicos: Muestra 1	37,4	18,2	19	1,6	-	6	12	-
Desechos electrónicos: Muestra 2	27,3	16,4	11,0	1,4	-	210	150	20
Circuitos impresos de tableros	5,3	26,8	1,9	-	0,47	3300	80	-
Desechos electrónicos (1972)	26,2	18,6	-	-	-	1800	220	30
Mezcla WEEE	36	4,1	4,9	0,29	1,0	-	-	-

Fuente: tomado de Alzate Aristizábal et al. (2020)

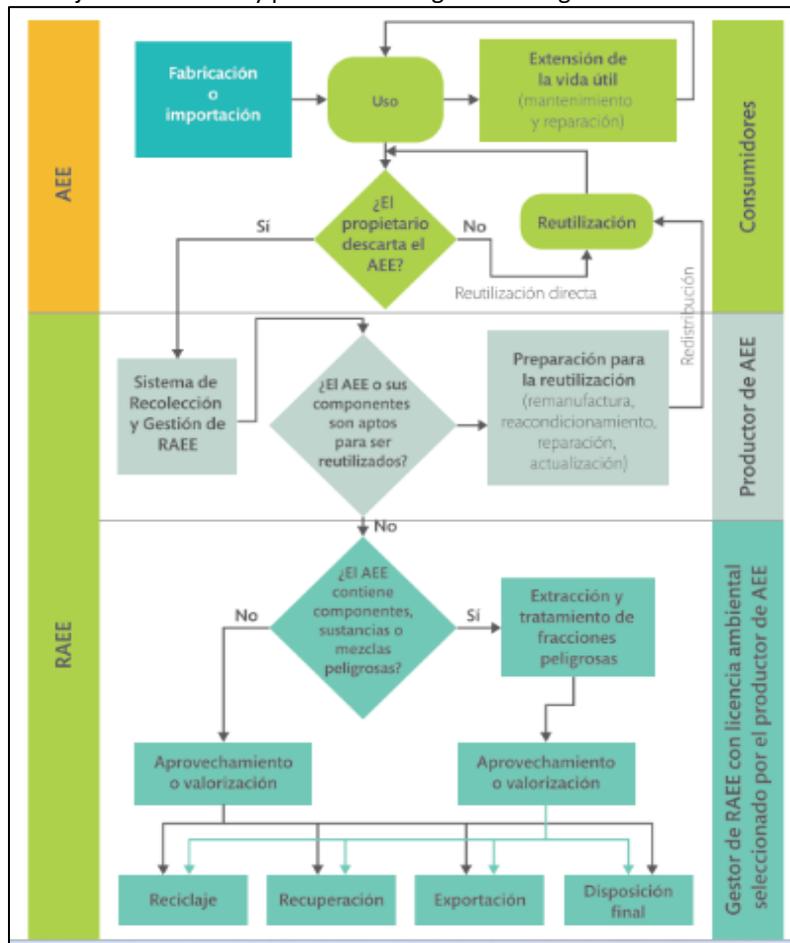
La recuperación de estos valiosos recursos implica el uso de tecnologías eficientes para la ejecución de las operaciones unitarias en las etapas iniciales, en las cuales se deberá generar la separación de la matriz plástica; ya que el 80% del valor económico se encuentra en el concentrado de los metales preciosos que representan solo el 1% de la composición del RAEE (Aristizábal-Alzate, 2021).

Adicionalmente, una considerable ventaja que brinda este tipo de prácticas son los beneficios ambientales, debido a que permite eliminar todos los daños colaterales que trae la minería convencional y la disminución de residuos dándoles en su lugar valor y eliminando la contaminación causada por los metales pesados contenidos en estos, logrando evitar la afectación a la salud pública de metales neurotóxicos como el plomo. Por otro lado, el consumo energético es menor que en los procesos de minería convencional (Aristizábal-Alzate, 2021).

9.4.1.2 Situación actual de los procesos de recuperación de metales en Colombia

El flujo de decisiones y procesos dentro de la gestión integral de los RAEE en Colombia está compuesto por diferentes etapas y límites del sistema que tiene diferentes actores involucrados en la correcta disposición de estos residuos (Aristizábal-Alzate, 2021), tal como se muestra en la Figura 45.

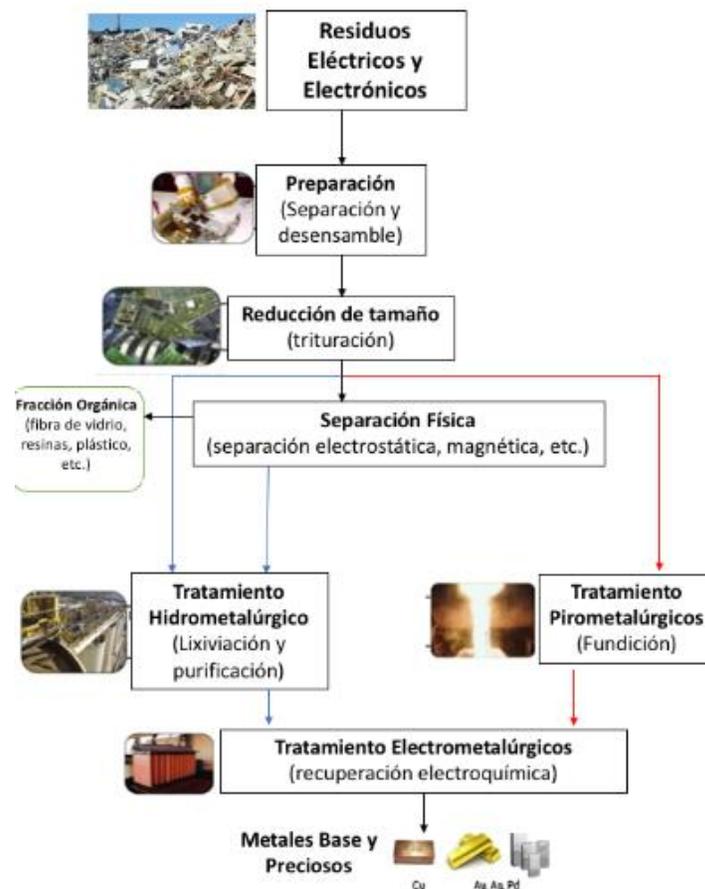
Figura 45. Diagrama del flujo de decisiones y procesos de la gestión integral de los RAEE en Colombia



Fuente: Política Nacional de RAEE (2017)

El proceso de recuperación inicia con el pretratamiento en el cual se realiza el lavado, trituración, separación e incineración, dependiendo de tipo de residuo. Los metales recuperados por lo general son de baja pureza, estos metales preciosos crudos son sometidos a procesos de refinación mejorando su pureza a más de 99,9% mediante disoluciones repetidas, filtración, concentración y reducción (Aristizábal-Alzate, 2021). Para la recuperación de metales preciosos a partir de residuos RAEE se proponen métodos convencionales, los cuales se basan en procesos físicos, biohidrometalúrgicos, hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos; y metodologías avanzadas como la electroquímica, la cual permite recuperar metales con un mínimo uso de reactivos y productos químicos, altas eficiencias y muy bajas emisiones contaminantes (ver Figura 46).

Figura 46. Diagrama con los posibles procesos y rutas para la recuperación de metales a partir de RAEE



Fuente: tomado de Alzate Aristizábal et al. (2021)

Finalmente, los RAEE en Colombia son recolectados en puntos de acopio y entregados a los fabricantes e importadores o gestores especializados, y al tener una industria principiante en el campo de la electrónica en la cual la mayoría de dispositivos son importados, casi todos los residuos RAEEs son devueltos a los países de origen de los fabricantes, llevándose el potencial valor agregado que representan los metales contenidos en estos. Por ello se expidió el Decreto 284 de 2018, que adiciona el Decreto 1076 de 2015, mediante el cual se establecen las directrices en las cuales se determina un correcto procedimiento para realizar una adecuada recolección de RAEE, su transporte y gestión final, la cual puede ser una disposición final integral para el aprovechamiento y reciclaje de piezas funcionales o para la obtención de materiales, con el fin de reincorporarlos a ciclos productivos (Aristizábal-Alzate, 2021).

10 Conclusiones

- De acuerdo con la información existente de las entidades gubernamentales como Servicio Geológico Colombiano o Agencia Nacional de Minería, entre otras, en Colombia existe un alto potencial para depósitos de oro de interés económico, con ocurrencias y depósitos en explotación en al menos 19 de los 32 departamentos del país. Esto genera un interés, no solo de proponentes que desean realizar actividades en el marco de los parámetros establecidos en las normas, sino también de otros actores que desarrollan economías paralelas o alternas alrededor de las explotaciones auríferas o en su cadena productiva.
- La información disponible en bases de datos o informes públicos permiten evidenciar una cantidad de proyectos en cada una de las etapas del ciclo minero (exploración, construcción y montaje y explotación). Sin embargo, es apropiado reconocer que no todos los proyectos en estas etapas están en condiciones de continuar sus procesos administrativos y operativos, ya que pueden encontrarse en estados no resueltos o con posibilidad de finiquitar, lo cual afectaría su potencial u oferta efectiva. Un ejemplo de ello es que, de 1.413 títulos mineros en etapa de explotación, 90 se encuentran en estado suspendido, terminado o terminado en proceso de liquidación.
- Al revisar la información de concesiones y titulación en la plataforma Anna Minería se registran solicitudes para mineral de oro en departamentos donde no se evidencia presencia de este material (según el mapa Metalogénico de Colombia), tales como Cundinamarca, Boyacá o Cesar, entre otros. Así mismo, al revisar los títulos mineros en sus diferentes etapas, se registran departamentos que no han presentado producción histórica (según pago de regalías) y que no demuestran ocurrencias o depósitos de oro en la información revisada.
- De acuerdo con la información revisada se evidencia que las etapas asignadas a los títulos mineros corresponden a los plazos estipulados por la norma, aspecto que no necesariamente coincide con la situación real de los proyectos mineros. Ejemplo de esto se encuentran los títulos a nombre de la Sociedad Minera de Santander en los municipios de California y Suratá (departamento de Santander), los cuales se encuentran en etapa de Explotación según información de Anna Minería, aun cuando se conoce la situación actual de esta zona del país en la cual no se han desarrollado proyectos mineros de gran escala y se realiza un continuo seguimiento por parte de autoridades ambientales y territoriales.
- En el desarrollo del documento se incluyeron avances sectoriales e intersectoriales que permiten comprender las gestiones desarrolladas, en el ámbito administrativo, investigativo y técnico para fortalecer el seguimiento en la cadena de suministro de mineral o metal aurífero. Ejemplo de esto son las mesas de trabajo interinstitucionales entre el Ministerio de Minas y Energía, la Unidad de Información y Análisis Financiero-UIAF, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN y otras entidades competentes; aspecto que evidencia cada vez más la necesidad de un trabajo que supere las fronteras del sector minero.
- De acuerdo con estudios publicados, se identificaron y actualizaron las tendencias comerciales del mineral y del metal precioso; considerando además las particularidades que atañen los

diferentes grupos poblacionales que lo aprovechan de acuerdo con las clasificaciones que establece la reglamentación sectorial. Un ejemplo de ello, es el reconocimiento de las compraventas veredales y municipales, así como las plantas de beneficio; que juegan un papel intermediario entre el productor y comercializador, pues compran mineral y venden metal en el siguiente punto de la cadena.

- Actualmente, según la Ley 1658 de 2013, el uso y comercialización de mercurio en el país está prohibido para todas las actividades industriales. Particularmente para las actividades mineras, su prohibición se realizó desde julio de 2018, por lo cual, el uso y comercialización indebido de esta sustancia está sujeto a medidas restrictivas y sancionatorias por parte de las autoridades ambientales, policivas y aduaneras. No obstante, en una estrategia de evitar el uso en actividades mineras no autorizadas, se han establecido líneas y gestiones que promueven la formalización y por ende un mayor seguimiento y control por las autoridades administrativas competentes.
- Se evidencia una oportunidad ambiental, social y económica en los procesos que se pueden llegar a desarrollar bajo el marco de la economía circular y particularmente la minería urbana. El impulso que se le brinde al reciclaje de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y su posterior procesamiento para recuperación de los minerales y materiales puede, no solo generar un valor agregado en la cadena productiva, sino brindar metodologías más amigables para la obtención de oro y otros minerales de interés.

11 Recomendaciones

- Desde el potencial de la oferta, más específicamente desde el potencial que se pueda prever en los recursos y reservas de oro que dispone el territorio nacional, se hace indispensable un mayor desarrollo de estudios que permitan establecer líneas de ordenamiento y planificación a mediano y largo plazo para la ejecución de proyectos y programas asociados al aprovechamiento del mineral aurífero. No obstante, dichos estudios tendrán en cuenta el previo ordenamiento ambiental y social del país, en aras de mitigar conflictos a futuro.
- Por otra parte, para los proyectos que se hallan en exploración o construcción y montaje, se considera apropiado que desde la administración del recurso minero y de manera progresiva, conforme a las etapas del ciclo minero, se realicen depuraciones y aproximaciones entre los minerales otorgados y los minerales que finalmente serán objeto de aprovechamiento. Lo anterior, con el fin de posibilitar proyecciones coligadas al abastecimiento, oferta y economía de los recursos minerales. Además, esto permitiría evitar la posibilidad de comercializar minerales que no está produciendo.
- Si bien el administrador del recurso genera informes periódicos sobre el estado y las etapas de los títulos mineros en Colombia (fichas de oro), se considera necesario ampliar dichos informes y análisis en aras de que tanto la ciudadanía como las entidades interesadas tengan una perspectiva más cercana y real de la minería desarrollada en las regiones. Esto permitiría no solo reducir el grado de incertidumbre al analizar datos crudos (Anna Minería) sino también diferenciar efectivamente el desarrollo de la minería legal de la No autorizada.

- Existen diversos estados en los trámites de la “*Certificación para la comercialización de minerales – RUCOM*”, lo cual dificulta la comprensión sobre su viabilidad para comercializar, fin último por el cual fue diseñada la certificación. En ese sentido, se considera una oportunidad de mejora que los estados o pasos internos del proceso sean de carácter reservado para la entidad y el solicitante; o se facilite para terceros la posibilidad de verificar si un intermediario puede realizar transacciones.
- En el marco taller participativo “*Hablemos de trazabilidad*” que se llevó a cabo en noviembre de 2023, se generó una serie de recomendaciones que permiten promover iniciativas para fortalecer la comercialización de minerales, especialmente del metal precioso. A destacar:
 - ✓ Se sugiere aprovechar los flujos de información externa, en miras de una triangulación que permita establecer aspectos de calidad y confiabilidad en los datos.
 - ✓ Comprender a mayor profundidad los riesgos de la integridad del sistema de trazabilidad a fin de poder mitigarlos o reducirlos.
 - ✓ Despliegue suficiente de personal formado para recopilación de datos en campo, así como el conocimiento actualizado de la capacidad de producción de los títulos y su documentación respectiva que permita la verificación.
 - ✓ Caracterización de las partes interesadas existentes, su capacidad y el tipo de información y base de datos que pueden proporcionar
- En el marco de la socialización sectorial del presente documento el 20 de diciembre de 2023, se lograron identificar las siguientes recomendaciones y oportunidades de mejora:
 - ✓ Considerar un análisis de las áreas restringidas y prohibidas de la actividad minera, como medida para abordar las dificultades frente a la legalización y formalización en diferentes zonas del país; así como también, considerar el análisis frente a las relaciones que tienen las comunidades étnicas y negras en el desarrollo de la actividad minera.
 - ✓ Revisar información asociada al mercado ilegal del oro, tal como el generado por la OEA, entre otros, en aras de identificar los efectos que puede generar este tipo de economías en la producción del metal precioso y las cadenas formalizadas.
 - ✓ Tener en cuenta los desarrollos, estudios y lineamientos, generados por las entidades del sector sobre Economía Circular.
 - ✓ Profundizar la investigación sobre otros usos del oro diferentes a la joyería en Colombia, con el fin de identificar nuevos potenciales de mercado, encadenamientos y oportunidad en la generación de valor (e.g. la producción de filamentos de oro para la industria automotriz que se está desarrollando en Antioquia).
 - ✓ Revisar información generada por el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), considerando que este dispone datos de recursos y reservas a nivel global y puede ser un insumo para el fortalecimiento del capítulo de potencial.
 - ✓ Realizar un análisis de mayor profundidad sobre el oro exportado en sus diferentes versiones (e.g. polimetálicos) y cómo este está influyendo en las variables de oferta, demanda y comercialización; considerar, además los datos generados por la DIAN.

Lo anterior, como una posibilidad de seguir ahondando y retroalimentando en la siguiente vigencia (2024), la generación de información para la toma de decisiones y estrategias sectoriales e intersectoriales.

12 Referencias

- Agencia Nacional de Minería. (2020). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Trámites Ambientales: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/permisos_ambientales.pdf
- Agencia Nacional de Minería. (31 de mayo de 2021). *Ficha de Oro 05*. Obtenido de Minería en Colombia: <https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2022-06/Ficha%20oro%2005%202022.pdf>
- Agencia Nacional de Minería. (31 de mayo de 2022). *Ficha de Oro 06*. Obtenido de Ficha de Oro 06: <https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2022-06/Ficha%20oro%2005%202022.pdf>
- Agencia Nacional de Minería. (30 de noviembre de 2023). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Autoridad minera definió los nuevos minerales estratégicos del país: https://www.anm.gov.co/sites/default/files/Resolución_ANM_1006_de_30_noviembre_de_2023.pdf
- Agencia Nacional de Minería. (31 de agosto de 2023). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Minería para la vida: <https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/2023-10/Fact%20Sheet%20Gold%2009%202023.pdf>
- Agencia Nacional de Minería. (2023). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Colombia Minería para la Vida: chrome-extension://efaidnbmninnbpcjpcglclefindmkaj/<https://mineriaencolombia.anm.gov.co/sites/default/files/docupromocion/Colombia%20Miner%C3%ADa%20para%20la%20VIDA%20-%20006%202023.pdf>
- Agencia Nacional de Minería. (11 de septiembre de 2023). *Anna Minería*. Obtenido de Visor geográfico: <https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-CO&appAcronym=sigm>
- Agencia Nacional de Minería. (05 de diciembre de 2023). *Formularios y formatos*. Obtenido de Certificados de origen: <https://www.anm.gov.co/?q=Formularios#>
- Agencia Nacional de Minería. (5 de diciembre de 2023). *Los Abecé*. Obtenido de Registro Único de Comercializadores de Minerales - RUCOM - Actualizado: <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/rucom-actualizado-2017.pdf>
- Agencia Nacional de Minería. (5 de diciembre de 2023). *Registro Único de Comercializadores*. Obtenido de Consultas: <https://tramites.anm.gov.co/Portal/pages/consultaListados/anonimoListados.jsf>
- Alguero Orlando, M. (18 de Diciembre de 2022). *Informe especial: La devastadora minería ilegal de oro ya está en Bucaramanga*. Obtenido de Vanguardia: <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/informe-especial-la-devastadora-mineria-ilegal-de-oro-ya-esta-en-bucaramanga-AY6032174>
- Ángel, J., Ordoñez, M., Olivero, J., Echavarría, C., Ayala, H., & Cabrera, M. (2019). Consideraciones sobre la Minería en el departamento de L Chocó y recomendaciones para mejorar la gestión . *Geopatrimonio- Universidad de Cartafena, IIAP, WWF*, 48-53.
- Arango Mendoza, J. (Abril de 2014). *Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales*. Obtenido de Proyecto De Minería De Oro La Colosa, Identificación ambiental de la zona de explotación y sus Impactos.: <file:///D:/Downloads/ArangoMendozaJulianAndres2014.pdf>

- Arias, A., & López, J. (2019). Oro. En Servicio Geológico Colombiano, *Recursos minerales de Colombia, vol.2* (págs. 11-52). Bogotá.
- Aristizábal-Alzate, E. y. (2021). *TecnoLógicas*. Obtenido de Revalorización de residuos de equipos eléctricos y electrónicos en Colombia. Una alternativa para la obtención de metales preciosos y metales para la industria”: <https://doi.org/10.22430/22565337.1740>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Julio de 2023). *Publicaciones*. Obtenido de Bases para impulsar una minería sostenible y responsable: una ventana para dar un salto de prosperidad en el s. XXI: el caso de Colombia: <https://publications.iadb.org/es/bases-para-impulsar-una-mineria-sostenible-y-responsable-una-ventana-para-dar-un-salto-de-0>
- BBVA. (27 de Septiembre de 2023). *BBVA Noticias*. Obtenido de Minería urbana: las posibilidades de un vertedero más allá de los residuos.: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/mineria-urbana-las-posibilidades-de-un-vertedero-mas-alla-de-los-residuos/>
- Bohórquez, K. S. (13 de Marzo de 2023). *La tragedia que se vive en el Páramo de Santurbán pone en vilo la minería legal*. Obtenido de Forbes, Colombia: <https://forbes.co/2023/03/13/economia-y-finanzas/la-tragedia-que-se-vive-en-el-paramo-de-santurban-pone-en-vilo-la-mineria-legal>
- Burgos, D. (2018). El 90% de la minería en Nariño es ilegal. *Radio Nacional de Colombia*, <https://www.radionacional.co/cultura/el-90-de-la-mineria-en-narino-es-ilegal>.
- Camacho Beltrán , S. (2017). *Universidad La Gran Colombia*. Obtenido de Análisis de los Efectos Ambientales, Económicos y Sociales de la Minería Ilegal en Colombia 2000 – 2014: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4331/An%C3%A1lisis_efectos_ambientales_ec%C3%B3nomicos.pdf?sequence=1
- Cambio. (6 de Marzo de 2023). *Los estragos que deja la Minería Ilegal en el Bajo Cauca*. Obtenido de Cambio: <https://cambiocolombia.com/conflicto/los-estragos-que-deja-la-mineria-ilegal-en-el-bajo-cauca>
- Cancillería. (2022). *Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia*. . Obtenido de Colombia participó en la Cuarta Conferencia de Estados Parte del Convenio de Minamata: <https://www.cancilleria.gov.co/newsroom/news/colombia-participo-cuarta-conferencia-estados-part>
- Cancillería. (2023). *Ministerio de Relaciones Exteriores de Colombia*. Obtenido de Convenio de Minamata sobre mercurio: <https://www.cancilleria.gov.co/convenio-minamata-sobre-mercurio>
- Cano Gil, D. (2017). *Repositorio Universidad Nacional*. Obtenido de Impacto social y ambiental asociado a la minería aurífera de subsistencia en Sabanalarga – Antioquia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/63861>
- Castro Meza , R. (18 de Noviembre de 2021). *Parlamento Latinoamericano y Caribeño*. Obtenido de Seguridad minera subterránea. Mitigación Impactos Ambientales de la actividad.: <https://parlatino.org/wp-content/uploads/2017/09/seguridad-minera-18nov2021.pdf>
- Centro de Investigación y Promoción del Campesinado - CIPCA. (2017). *CIPCA*. Obtenido de Reporte Informativo: El Oro; Peligrosamente Precioso: file:///D:/Downloads/CIPCANA_2017_Reporteinformativooro-mercurio-web.pdf
- CEPAL. (Noviembre de 2021). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Economía circular y valorización de metales: residuos de aparatos eléctricos y electrónicos:

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/47429-economia-circular-valorizacion-metales-residuos-aparatos-electricos-electronicos>

Congreso de la República. (9 de junio de 2015). *Secretaría del Senado*. Obtenido de Ley 1753 de 2015: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1753_2015.html

Congreso de Colombia. (15 de agosto de 2001). *Sistema Único de Información Normativa*. Obtenido de Ley 685 de 2001: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1666077>

CRU Consultig. (11 de diciembre de 2018). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Obtenido de Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035: https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-inter/Producto3_Oro_FINAL_11DIC2018.pdf

Defensoría del Pueblo. (2010). *La minería de hecho en Colombia*. 243.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (31 de diciembre de 2022). *Cuenta Satélite de Minería (CSM)*. Obtenido de Información 2019 - 2020 provisional: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta-satelite-de-mineria-csm>

Departamento Nacional del Planeación. (19 de mayo de 2023). *Departamento Nacional de Planeación*. Obtenido de Ley 2294 de 2023: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/Ley_2294_del_19_de_mayo_de_2023.pdf

EConcept. (03 de abril de 2020). *Banco de la República*. Obtenido de Participación del Banco de la República en la comercialización de oro en Colombia: <https://www.banrep.gov.co/es/participacion-del-banco-republica-comercializacion-oro-colombia>

El Congreso de Colombia. (25 de mayo de 2019). *Sistema Único de Información Normativa*. Obtenido de Ley 1955 de 2019: <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=30036488#:~:text=El%20Plan%20establece%20las%20bases,fortalecimiento%20de%20la%20Rama%20Judicial>

Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Ellen MacArthur Foundation*. Obtenido de Introducción a la economía circular: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/temas/presentacion-economia-circular/vision-general#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20econom%C3%ADa%20circular%3F&text=En%20nuestra%2>

Fuerza Aérea Colombiana. (1 de Junio de 2020). *Golpe a la minería ilegal en el oriente del Tolima*. Obtenido de Noticias de las fuerzas: <https://www.cgfm.mil.co/es/blog/golpe-la-mineria-ilegal-en-el-oriente-del-tolima-0#:~:text=La%20miner%C3%ADa%20ilegal%20de%20oro,la%20salud%20de%20los%20colombianos>

Fuerza Aeroespacial Colombiana. (2023 de Febrero de 2023). *Contundente golpe a la minería ilegal en el Tolima*. Obtenido de Fuerza Aeroespacial: <https://www.fac.mil.co/es/noticias/contundente-golpe-la-mineria-ilegal-en-el-tolima>

Fundación ECOLEC. (23 de Junio de 2020). *Fundación ECOLEC #GreenBlog*. Obtenido de ¿Qué es la minería urbana? -: <https://ecolec.es/greenblog/actualidad/descubre-que-es-la-mineria-urbana-y-los-enormes-beneficios-para-la-sociedad/>

García Arbeláez, C., Rodríguez Vargas, P., Pinto Martínez, E., Peña Niño, J., Cabrera Leal, M., Arciniegas Rojas, L., . . . Escolar González, A. (2017). *WWF Colombia*. Obtenido de El Convenio de Minamata. Así actúa Colombia

frente al mercurio: <https://www.undp.org/es/latin-america/publications/convenio-de-minamata-as%C3%AD-act%C3%BAa-colombia-frente-al-mercurio>

García Roba, M. (2020). *Universidad de Cantabria. Escuela Politécnica de Ingeniería de Minas y Energía*. Obtenido de Minería Urbana como Herramienta para una Economía Circular en la Gestión de Residuos: Aspectos Metodológicos.:

<https://repositorio2.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/18342/MGR.pdf?sequence=1>

Gil Cano, D. I. (2018). Impacto social y ambiental asociado a la minería aurífera de subsistencia en Sabanalarga. *Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas*, 193.

Grupo de Trabajo Potencial de Minerales. (2023). *Minerales para la transición energética justa de Colombia- Minerales de cobre*. Bogotá: Servicio Geológico Colombiano.

InSight Crime. (8 de Septiembre de 2021). *La minería ilegal en la Amazonía colombiana*. Obtenido de InSight Crime: <https://insightcrime.org/es/investigaciones/mineria-ilegal-amazonia-colombiana/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022). *IDEAM*. Obtenido de Estudio Nacional del Agua (ENA) 2022: http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125666586

La Patria. (08 de Septiembre de 2023). *La Patria*. Obtenido de Intervinieron tres zonas mineras para la extracción ilegal de oro en Norcasia (Caldas): <https://www.lapatria.com/sucesos/intervinieron-tres-zonas-mineras-para-la-extraccion-ilegal-de-oro-en-norcasia-caldas>

LEGISCOMEX. (21 de agosto de 2007). *Inteligencia de Mercados*. Obtenido de Joyería y bisutería en Colombia: https://www.legiscomex.com/bancomedios/documentos%20pdf/estudio_joyeriacol.pdf

Limón, R. (21 de Agosto de 2023). *LA NACION*. Obtenido de Una mina de oro en la basura: así se salvan los metales preciosos de los dispositivos electrónicos desechados: <https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/una-mina-de-oro-en-la-basura-asi-se-salvan-los-metales-preciosos-de-los-dispositivos-electronicos-nid21082023/>

Lizarazo, M. P. (09 de Abril de 2023). *El aumento de la minería ilegal amenaza a un pueblo del Amazonas en aislamiento*. Obtenido de El Espectador: <https://www.elespectador.com/ambiente/amazonas/el-aumento-de-la-mineria-ilegal-amenaza-a-un-pueblo-del-amazonas-en-aislamiento/>

Lopéz Bermúdez, D. A. (02 de Diciembre de 2023). *Prostitución y oro ilegal: así es el pueblo minero que amenaza a los Farallones de Cali*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/farallones-de-cali-el-pueblo-minero-que-extrae-oro-ilegal-y-contamina-con-mercurio-830952>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *MinAmbiente*. Obtenido de Política nacional para la gestión integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) : <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/residuos-de-aparato-electricos-y-electronicos-raee/>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (31 de diciembre de 2018). *Procolombia*. Obtenido de Manual de Joyería y Bisutería: https://procolombia.co/sites/default/files/joyeriybisuteria_26feb.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (30 de 01 de 2012). *Sistema Único de Información Normativa*. Obtenido de Resolución 18-0102: <https://www.suin->

juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Resolucion/4029604#:~:text=RESOLUCION%2018%2D0102%20DE%202012&text=CONSIDERANDO%3A,la%20Ley%20685%20de%202001.

Ministerio de Minas y Energía. (17 de junio de 2013). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Obtenido de Funciones y deberes: https://www1.upme.gov.co/Documents/Decreto_1258_Junio_2013_Estructura.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (26 de mayo de 2015). *Sistema Único de Información Normativa*. Obtenido de Decreto 1073 de 2015: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30020048>

Ministerio de Minas y Energía. (21 de octubre de 2016). *Sistema Único de Información Normativa*. Obtenido de Decreto 1666 de 2016: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30027050>

Ministerio de Minas y Energía. (09 de febrero de 2017). *Agencia Nacional de Minería*. Obtenido de Resolución 40103 de 2017: <https://www.anm.gov.co/?q=content/resoluci%C3%B3n-40103-de-2017#:~:text=Descripci%C3%B3n%20del%20Documento%3A,en%20la%20miner%C3%ADa%20de%20subsistencia>.

Ministerio de Minas y Energía. (Julio de 2021). *Oficina de las naciones unidas contra la droga y el delito, UNODC*. Obtenido de Colombia Explotación de oro de aluvión, Evidencias a partir de percepción remota 2021: chrome-extension://efaidnbmnmbnbpcajpcglclefindmkaj/https://www.unodc.org/documents/colombia/2021/Julio/EVOA_2020_Web.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (28 de 06 de 2022). Resolución 40217 de 2022. *Por medio de la cual se adopta la Política Nacional para la Minería de Subsistencia*. Diario Oficial No. 52080 del 29 de junio de 2022.

Ministerio de Minas y Energía. (1 de abril de 2023). *Plan Único de Legalización y Formalización Minera*. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/documents/10010/Plan-unico-legalizaci%C3%B3n-y-formalizaci%C3%B3n-minera-2023.pdf>

Ministerio de Minas y Energía. (31 de mayo de 2023). *Política Minera Nacional*. Obtenido de Una nueva visión de la minería en Colombia: https://www.minenergia.gov.co/documents/10236/V3_31052023_Una_nueva_visi%C3%B3n_de_miner%C3%ADa_en_Colombia.pdf

Ministerio de Minería de Chile. (2021). *Informe del mercado del oro*. Obtenido de <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20mercado%20del%20oro%202021.pdf>

Naciones Unidas CEPAL. (julio de 2004). Obtenido de Repositorio: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ccd9c779-5342-4bef-9c32-ee14bb885ae0/content>

ONU. (2017). *Programa de las Naciones Unidas - ONU*. Obtenido de Convenio de Minamata resumido en cuanto a su suscripción, aplicación y desarrollo en el país: <https://observatoriop10.cepal.org/es/media/414>

Pérez, A. (2013). *CORE*. Obtenido de Impacto de la minería subterránea en acuíferos: perspectivas en el contexto colombiano: <https://core.ac.uk/download/pdf/236383568.pdf>

Portafolio. (17 de diciembre de 2021). Colombia crece 3 puntos más que el resto del mundo en mercado de joyas. *Noticias económicas de Colombia y el mundo*, pág. 00.

Quintero Moreno, T. (4 de Diciembre de 2023). *Oro y coltá, las pesadillas mineras que padece Guainía*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.eltiempo.com/datos/mineria-ilegal-en-guainia-cifras-y-datos-sobre-mineria-de-oro-y-coltan-830298>

- Redacción Nacional. (07 de Julio de 2014). *Minería ilegal tiene en riesgo a 650 familia del sur de Bolívar*. Obtenido de El Tiempo: <https://www.elespectador.com/colombia/cartagena/mineria-ilegal-tiene-en-riesgo-a-650-familias-del-sur-de-bolivar-article-502839/>
- Romero Ochoa, C., & Sisalima Cuenca, J. (2019). *Universidad del Azua y Facultad de Ciencia y Tecnología. Escuela de Ingeniería en Minas*. Obtenido de Análisis de proceso operativos subterráneos que inciden en la productividad y plan de mejora en la mina “Pique Curipamba” Portovelo -El Oro.: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9482/1/15118.pdf>
- Semana. (12 de Agosto de 2017). *Revista Semana*. Obtenido de <https://www.semana.com/100-empresas/articulo/el-sur-de-bolivar-un-yacimiento-de-oro/536111/>
- Semana. (13 de Agosto de 2020). *Destruyen gigantesco complejo de minería ilegal en Putumayo*. Obtenido de Revista Semana: <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/destruyen-gigantesco-complejo-de-mineria-ilegal-en-putumayo-i-colombia-hoy/54100/>
- Sepúlveda, J., Leal-Mejía, H., Salgado, D., Celada, C. M., Murillo, H., Gómez, M., & Prieto, D. (2022). *Mapa Metalogénico de Colombia, MMC Versión 2022*. Servicio Geológico Colombiano.
- Shaw, R. (2000). Gold Mineralisation in the Northern Andes: Magmatic Setting vs. Metallogeny. *XI International Mining Congress*, 1-11.
- SINCHI. (2022). *Conflicto. Minería Ilegal en Puerto Guzmán*. Bogotá, D.C: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA. (28 de Septiembre de 2016). *SPDA Actualidad Ambiental. SPDA Actualidad Ambiental*. Obtenido de ¿Por qué las dragas están prohibidas en la Amazonía? ¿Cómo funcionan y qué impacto generan?: <https://www.actualidadambiental.pe/dragas-impacto-amazonia-mineria-ilegal/>
- Unidad de Planeación Minero Energética. (31 de diciembre de 2018). *SIMCO*. Obtenido de Mercado Nacional : https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Datos/mercado-nal/MNAL_oro.pdf
- Unidad de Planeación Minero Energética. (5 de diciembre de 2023). *Unidad de Planeación Minero Energética*. Obtenido de SIMCO: <https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/Paginas/oro.aspx>
- UNODC. (2022). *OFICINA DE LAS NACIONES UNIDAS CONTRA LA DROGA Y EL DELITO*. Obtenido de COLOMBIA EXPLOTACIÓN DE ORO DE ALUVIÓN - EVOA: chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.unodc.org/documents/colombia/2023/noviembre-11/Resumen_Ejecutivo_EVOA_2022.pdf
- Valencia, L. (2015). Las rutas del oro ilegal: estudios de caso en cinco países amazónicos. *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*, 144-180 https://spda.org.pe/?wpfb_dl=981.
- Valencia, L. (2015). *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA* . Obtenido de Las rutas del oro ilegal: estudios de caso en cinco países amazónicos. : https://repositorio.spda.org.pe/bitstream/20.500.12823/275/1/Ruta_de_Oro_ilegal_2015.pdf
- Valencia, M. A. (22 de Octubre de 2022). *El problema de la minería ilegal en el Cauca*. Obtenido de El Espectador, La Casa Encendida: <https://blogs.elespectador.com/actualidad/la-casa-encendida/problema-la-mineria-ilegal-cauca>

Vanguardia. (2022). *Contaminación con Mercurio. Páramo de Santurban*. Obtenido de Especiales Vanguardia:
<https://m.vanguardia.com/especiales-vanguardia/contenido/mineria-ilegal-y-contaminacion-con-mercurio-en-el-paramo-de-santurban/>

Verdad Abierta. (18 de Junio de 2014). *Minería en el Cauca: ¿riqueza para quién?* Obtenido de VerdadAbierta.com:
<https://verdadabierta.com/mineria-en-el-cauca-riqueza-para-quien/>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena de valor del oro	5
Figura 2. Mapa de ocurrencias y depósitos de oro en Colombia clasificados según su tipo	9
Figura 3. Distritos metalogénicos de oro en Colombia	10
Figura 4. Distribución de las modalidades para solicitud o propuestas de proyectos mineros	11
Figura 5. Distribución de los estados de las solicitudes de proyectos mineros con interés de explotación aurífera.....	12
Figura 6. Distribución porcentual de las solicitudes por escalas de la minería	12
Figura 7. Principales regiones de interés de las solicitudes mineras, corte 2023	13
Figura 8. Proporción de títulos mineros por escala de la minería (exploración y construcción y montaje)	14
Figura 9. Distribución de títulos mineros en etapas de Exploración de acuerdo con Anna Minería – ANM	15
Figura 10. Distribución de títulos mineros en etapas de Construcción y montaje de acuerdo con Anna Minería - ANM.....	15
Figura 11. Volúmenes de producción de oro a nivel nacional y departamental asociados al pago de regalías.....	20
Figura 12. Principales Departamentos productores a partir de la producción de oro de 2022 (con base en regalías).....	21
Figura 13. Estado de los títulos mineros en explotación por escala minera	22
Figura 14. Concentración regional de títulos de gran minería de oro en explotación - activos.....	23
Figura 15. Concentración regional de títulos de mediana minería de oro en explotación - activos ...	24
Figura 16. Concentración regional de títulos de pequeña minería de oro en explotación activos	24
Figura 17. Concentración regional de registros de barequeros	27
Figura 18. Concentración regional de registros de Chatarreros.....	27
Figura 19. Producción de oro 2021 a 2022 del Barequeo	28
Figura 20. Producción de oro 2021 a 2022 del Chatarreo	28
Figura 21. Distribución porcentual de Subcontratos de Formalización Minera por departamentos ..	29
Figura 22. Producción de oro 2021 a 2022 de los Subcontratos de Formalización Minera.....	30
Figura 23. Producción de oro 2021 a 2022 de los Subcontratos de Formalización Minera.....	31
Figura 24. Producción de oro 2021 a 2022 de las solicitudes de legalización.....	32
Figura 25. Evolución de la demanda de oro a nivel mundial y en el sector joyero	34
Figura 26. Demanda de joyería por países y de aplicaciones industriales (fabricación).....	34
Figura 27. Demanda nacional de oro	35
Figura 28. Primer tendencia e identificación de agentes comercializadores de oro.....	36
Figura 29. Distribución de productores de las figuras de legalización y formalización minera	37
Figura 30. Estado de los trámites para la Certificación asociado a la comercialización de oro	39
Figura 31. Trazabilidad de utilidades de comercialización de oro.....	39
Figura 32. Balance oferta utilización de minerales oro y sus concentrados	44
Figura 33. Segmentación sector joyería en Colombia	45
Figura 34. Análisis DOFA del sector Joyero Colombiano 2007	45
Figura 35. Impactos generales de la minería de oro.....	47
Figura 36. Fases generales de la minería a cielo abierto	47
Figura 37. Actividades mineras en explotación subterránea	49
Figura 38. Datos sobre explotación de oro aluvial en Colombia	52
Figura 39. Ciclo del mercurio en la minería.....	60

Figura 40. Efectos del mercurio sobre el medio ambiente mediante los procesos de bioacumulación y biomagnificación	60
Figura 41. Libración de mercurio en el mundo per cápita	62
Figura 42. Diagrama de la mariposa, en el que se reflejan los flujos de los ciclos en la economía circular.	65
Figura 43. Generación de RAEE por continente en el año 2019 (en kilogramos por habitante)	66
Figura 44. Posibilidades de recuperación de materiales por tipo de equipo o componente	68
Figura 45. Diagrama del flujo de decisiones y procesos de la gestión integral de los RAEE en Colombia	69
Figura 46. Diagrama con los posibles procesos y rutas para la recuperación de metales a partir de RAEE	70

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producto interno Bruto por sectores de la economía	16
Gráfico 2. Exportaciones totales de Colombia 2022	16
Gráfico 3. Producto interno Bruto por actividades del PIB minero.....	17
Gráfico 4. Tasa de crecimiento PIB, PIB Explotación de minas y canteras y PIB Extracción minerales metalíferos	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos, características principales y ejemplos de los depósitos de oro en Colombia.....	7
Tabla 2. Clasificación de los títulos mineros en etapa de exploración	13
Tabla 3. Estado de los títulos mineros en etapa de exploración y construcción y montaje	14
Tabla 4. Clasificación de los títulos mineros en etapa de explotación para metales preciosos (oro, plata y platino).....	18
Tabla 5. Volúmenes de producción de metales preciosos (oro, plata y platino).....	19
Tabla 6. Relación entre la clasificación de productores de oro según la normatividad y la clasificación de productores	19
Tabla 7. Cantidad y porcentaje de participación en la producción de oro por explotador	20
Tabla 8. Comparativo entre datos fichas de oro ANM y reporte Anna Minería actualizado	21
Tabla 9. Estimación de porcentaje de los estados de los proyectos en la etapa de explotación	22
Tabla 10. Principales proyectos en explotación	25
Tabla 11. Distribución regional de la minería de subsistencia.....	26
Tabla 12. Distribución de actores “productores” de la cadena de comercialización del oro	37
Tabla 13. Distribución de actores “Intermediarios y consumidores” de la cadena de comercialización del oro	38
Tabla 14. Impactos al medio ambiente por la minería a cielo abierto de extracción de oro	48
Tabla 15. Impactos sociales por la minería a cielo abierto de extracción de oro	49
Tabla 16. Impactos ambientales por la minería de subsistencia de extracción de oro.....	54
Tabla 17. Impactos sociales por la minería de subsistencia de extracción de oro.....	54
Tabla 18. Impactos ambientales de la minería a mediana y gran escala	56
Tabla 19. Impactos sociales de la minería a mediana y gran escala	58
Tabla 20. Volúmenes posibles de metales recuperable por tonelada de RAEE.....	67
Tabla 21. Ejemplos de RAEE y sus contenidos de metales	68