



**Antecedentes y actualidad del componente hidrogeológico en la normatividad minero -
ambiental de Colombia**

Sandra Aileen Cuevas Gómez

11962014789

Universidad Antonio Nariño

Programa Maestría en Hidrogeología Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2021

**Antecedentes y actualidad del componente hidrogeológico en la normatividad minero -
ambiental de Colombia**

Sandra Aileen Cuevas Gómez

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Hidrogeología Ambiental

Director (a):

Geólogo Ph.D., Diego Felipe Gómez Gutiérrez

Línea de Investigación:

Documental.

Universidad Antonio Nariño

Programa Maestría en Hidrogeología Ambiental

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bogotá, Colombia

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado: Antecedentes y actualidad del componente hidrogeológico en la normatividad minero - ambiental de Colombia, Cumple con los requisitos para optar
Al título de Magíster en Hidrogeología Ambiental.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Bogotá, 26 de noviembre de 2021

Contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	7
Introducción	9
1. Marco de referencia	11
1.1 Marco temporal.....	11
1.2 Marco geográfico.....	11
1.3 Marco documental.....	13
2. Objetivos.....	14
2.1 Objetivo general.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3. Justificación	15
4. Marco Teórico.....	17
4.1 Referentes normativos nacionales.....	19
4.1.1 Autoridades Ambientales y sector público	20
4.1.2 Otros gremios.....	21
4.1.3 Participación de la academia.....	21
4.2 Referentes normativos internacionales.....	22
4.2.1 Países de referencia.....	22
5. Marco metodológico	24
5.1 Fase heurística.....	24
5.2 Fase hermenéutica.....	26
5.3 Estado del arte: Legislación minero ambiental e hidrogeológica, mirada nacional.....	27
5.4 Estado del arte: Legislación minero ambiental e hidrogeológica, mirada internacional.....	28
5.5 Visión de expertos.....	29

5.5.1 Selección de expertos y muestra de análisis	30
5.5.2. Cuestionario	33
5.5.3 Aplicación web del cuestionario.....	36
6. Resultados, análisis y conclusiones	39
6.1 Evolución de la normativa minero ambiental en el componente hidrogeológico desde el ámbito nacional, una aproximación histórica y actual.....	39
6.1.1 Década de los años 70: Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables, declaración de Estocolmo y conferencia del Mar de la Plata	39
6.1.2 Década de los años 80: Reglamentación de cuencas y primer código minero	43
6.1.3 Década de los años 90: Nueva constitución política, creación del ministerio de ambiente y principios de Dublín.....	44
6.1.4 Década de los años 2000: Nuevo código de minas, guías minero- ambientales, Cumbre de Johannesburgo y proyecto “Ley de agua” fallido	46
6.1.5 Década de los años 2010: Política hídrica nacional, plan de manejo ambiental de acuíferos, y TdR ANLA.....	49
6.1.6 Actualidad: TdR MinAmbiente, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	56
6.1.7 Panorama general: línea del tiempo, reflexiones y discusiones.....	60
6.2 Evolución de la normativa minero ambiental nacional comparación de instrumentos	64
6.3 Aproximación a la normativa minero-ambiental e hidrogeológica – mirada internacional (antecedentes y actualidad).....	68
6.3.1 Australia.....	70
6.3.2 Brasil	74
6.3.3 Canadá.....	77
6.3.4 Chile.....	78
6.3.5 España	81
6.3.6 México	83
6.3.7 Perú	84
6.3.8 Panorama general y discusiones referente internacional	86
6.4 Resultados y discusiones visión de expertos – Gestión del conocimiento.....	89

6.4.1 Resultados de la caracterización de la población experta consultada – Sección A del cuestionario	90
6.4.2 Respuestas a la percepción de los TdR (ANLA,2016): Sección B del cuestionario ...	95
6.4.3 Respuestas a las preguntas asociadas al PTO y a los EIA: Sección C del cuestionario	98
6.4.4 Resultado al diagnóstico de la contribución del componente hidrogeológico en el sector minero en el conocimiento geocientífico del país: Sección D del cuestionario	99
6.4.5 Resultados a las preguntas de acceso de información, oferta de servicio y evaluación del cuestionario: Sección E.....	101
6.4.6 Discusiones y conclusiones de la normativa minero ambiental e hidrogeológica.....	105
Lista de Anexos.....	111
Referencias Bibliográficas	112

Lista de Figuras

Figura 1. Marco geográfico de referencia de la investigación.....	12
Figura 2. Metodología general.....	24
Figura 3. Metodología específica: Estado del arte legislación minero ambiental nacional.....	28
Figura 4. Metodología específica: Estado del arte legislación minero ambiental internacional ..	29
Figura 5. Metodología específica: Estado del arte desde la visión de expertos.....	30
Figura 6. Línea del tiempo de las normas minero-ambientales e hidrogeológicas	61
Figura 7. Países considerados como referente internacional	69
Figura 8. Respuesta a la sección A del cuestionario: Sector al que pertenece el experto encuestado	92
Figura 9. Cargo de los expertos encuestados y porcentajes de participación en la encuesta.....	93
Figura 10. Experiencia de expertos encuestados en el aspecto de hidrogeología.....	94
Figura 11. Experiencia de expertos encuestados en el aspecto de minería.....	95
Figura 12. Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección B del cuestionario	97
Figura 13. Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección C del cuestionario	99
Figura 14. Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección D del cuestionario.....	100
Figura 15. Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección E del cuestionario	102

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Proyectos de explotación minera a gran escala.	20
Tabla 2. Palabras claves usadas en los gestores de búsqueda.....	25
Tabla 3. Ejes temáticos y fuentes de consulta.....	27
Tabla 4. Lista de entidades específicas objeto direccionamiento del cuestionario.....	31
Tabla 5. Secciones y preguntas formuladas en el cuestionario.....	33
Tabla 6. Comparativo últimos TdR, respecto a los TdR ANLA,2016	57
Tabla 7. Comparativo de instrumentos respecto a los TdR ANLA,2016	65
Tabla 8. Resumen de asambleas, conferencias y cumbres internacionales sobre el agua de la ONU	68
Tabla 9. Comparativo de aspectos evidenciados en la consulta bibliográfica de los países de referencia con Colombia	88
Tabla 10. Sector, entidad y cargo que representan los expertos consultados	90
Tabla 11. Resultados de la autoevaluación de la aplicación del cuestionario	103
Tabla 12. Comentarios, observaciones, limitaciones o sugerencias indicadas por los expertos consultados.....	103

Lista de abreviaturas y sigla de uso frecuente

Abreviatura /Sigla	Término	Abreviatura /Sigla	Término
<i>AA</i>	Autoridad Ambiental	<i>MinAmbiente</i>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
<i>ANLA</i>	Autoridad Nacional de Licencias ambientales	<i>MIRH</i>	Manejo integrado de recursos hídricos
<i>AMLA</i>	América Latina	<i>MHC</i>	Modelo hidrogeológico conceptual
<i>ANM</i>	Agencia Nacional de Minería	<i>OCMAL</i>	Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina
<i>AWA</i>	Asociación australiana del agua	<i>PNASUB</i>	Programa nacional de aguas subterráneas
<i>CAR</i>	Corporación Autónoma Regional	<i>PNGIRH</i>	Política nacional de gestión integral del recurso hídrico
<i>CEPAL</i>	Comisión Económica para América Latina y el Caribe.	<i>PMA</i>	Plan de manejo ambiental
<i>CP</i>	Constitución Política	<i>PMAAS - PMAA</i>	Plan de manejo ambiental de aguas subterráneas. Plan de manejo ambiental de acuíferos
<i>CNRN</i>	Código Nacional de los Recursos Naturales	<i>POMCA</i>	Plan de ordenamiento y manejo de cuencas abastecedoras
<i>CM</i>	Código de minas	<i>PTO</i>	Plan de trabajos y obras
<i>EIA</i>	Estudio de impacto ambiental	<i>RHS</i>	Recurso hídrico subterráneo
<i>ENA</i>	Estudio nacional del agua	<i>SGC</i>	Servicio Geológico Colombiano
<i>GIRHS</i>	Gestión integral del recurso hídrico subterráneo	<i>TdR</i>	Términos de referencia
<i>IDEAM</i>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales		
<i>Ingeominas</i>	Instituto Nacional de Investigaciones Geológico – Mineras		
<i>Inderena</i>	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente		
<i>LA</i>	Licencia o licenciamiento ambiental		
<i>MAVDT</i>	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial		

(Dedicatoria)

A la fuerza universal de la vida por permitir mi presencia en este mundo.

A mis padres, esposo e hija:

Por su compañía incondicional, apoyo y enseñanzas constantes y sobre todo por el mensaje de perseverancia ilustrado con el ejemplo.

A los aprendizajes de la vida que me enseñan mi esencia y me han motivado a aportar mi granito de arena en la comprensión del mundo.

Agradecimientos

A la Universidad Antonio Nariño (UAN), especialmente a la coordinación de posgrados de la facultad de Ingeniería Ambiental y Civil, por materializar en Colombia el programa de Maestría en Hidrogeología Ambiental y darle continuidad al mismo en los tiempos de pandemia por Coronavirus.

También, es el agradecimiento al Geólogo, Ph.D., Diego Felipe Gómez Gutiérrez por dirigir la presente investigación desde su formulación inicial con sus constantes aportes y revisiones, hasta su culminación con observaciones y debate del tema.

Al profesor Msc. Cristian Camilo López Velandia profesor catedrático del programa de la Maestría en Hidrogeología Ambiental de la UAN, agradezco por sus observaciones, revisiones, recomendaciones y sugerencias de ajustes de la presente tesis.

De la misma manera, agradezco al Geólogo Jonh James Otálvaro Barco por las observaciones y recomendaciones recibidas en la revisión de la presente investigación.

Es de mencionar, el agradecimiento y reconocimiento de persistencia a mis compañeros de clases de la maestría, con los que, pese a la incertidumbre causada por la pandemia del Coronavirus, continuaron con su proyecto académico.

Por último, resalto el agradecimiento a los profesionales del sector público, academia y consultoría que participaron en el diligenciamiento del cuestionario, permitiendo identificar la visión de expertos propuestos en el desarrollo de la investigación.

Resumen

La normativa que rige la exploración y el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en Colombia se encuentra alineada con la emisión del Decreto 1541 de 1978, acogido y actualizado recientemente con el Decreto 1076 de 2015, guiando la regulación del uso del recurso hídrico por más de 40 años. Por su parte, el aspecto minero es regido por el Código de Minas (CM) emitido en el año 2001 que introduce el licenciamiento ambiental (LA) para el desarrollo de proyectos mineros; por lo tanto, es desde hace 20 años que en la actividad minera se contempla además de los requisitos mínimos para el aprovechamiento del agua subterránea, los análisis de impactos y medidas de manejo ambiental en el componente hidrogeológico. Con la presente investigación documental, se identifica como ha sido la evolución de la normativa minera ambiental en el componente hidrogeológico, en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) con énfasis en proyectos de gran minería, y su articulación con el conocimiento geocientífico del país; situación abordada a través del desarrollo de un marco metodológico basado en la heurística y la hermenéutica de los antecedentes y actualidad de la normativa minero ambiental del componente hidrogeológico en Colombia para los últimos 50 años. También, se consultó el tema en siete países referentes que muestran algunas diferencias en la legislación y en las políticas de gestión del agua subterránea nacional con la internacional, donde evidenció que el país no cuenta con una ley de aguas y una entidad específica en la administración de los recursos hídricos, situación que si prima en países como Brasil, México y España. Adicionalmente, se llevó a cabo una encuesta a expertos nacionales para identificar la percepción de los temas relacionados con la hidrogeología en el LA de proyectos mineros en el país, que evidencia una baja articulación con los instrumentos de gestión integral del recurso hídrico y el conocimiento geocientífico del país. Así mismo, se concluyó que el sistema normativo del

aspecto hidrogeológico de la minería en Colombia está en desarrollo con avances significativos en los últimos cinco años, relacionados con el cumplimiento de los objetivos planteados en la política hídrica nacional del 2010. La presente investigación brinda un diagnóstico para evaluadores, tomadores de decisiones y consultores sobre cómo ha sido el enfoque normativo del aspecto hidrogeológico en la minería; de igual manera, este trabajo puede ser considerado para actualizaciones normativas tanto del sistema de LA cómo en la política hídrica nacional.

Palabras clave: Autoridad Nacional de Licencias ambientales, aguas subterráneas, componente hidrogeológico, estado del arte, Estudios De Impacto Ambiental, minería, normativa, términos de referencia.

Abstract

The regulations governing the exploration and use of underground water resources in Colombia are aligned with the issuance of Decree 1541 of 1978, recently accepted and updated with Decree 1076 of 2015, guiding the regulation of the use of water resources for more than 40 years. The mining aspect is governed by the Mining Code (CM) issued in 2001 that introduces environmental licensing (LA) for the development of mining projects; Therefore, it has been for 20 years that the mining activity has considered, in addition to the minimum requirements for the use of underground water, the analysis of impacts and environmental management measures in the hydrogeological component. With the present documentary research, it is identified how the evolution of the environmental mining regulations in the hydrogeological component has been, in the preparation of Environmental Impact Studies (EIA) with emphasis on large mining projects, and their articulation with the geoscientific knowledge of the country; situation addressed through the development of a methodological framework based on heuristics and hermeneutics of the antecedents and current status of the mining-environmental regulations of the hydrogeological component in Colombia for the last 50 years. Also, the issue was consulted in seven reference nations that show some differences in the legislation and in the national groundwater management policies with the international one, where it was evidenced that the country does not have a water law and a specific entity in the administration of water resources, a situation that prevails in nations such as Brazil, Mexico, and Spain. Additionally, a survey of national experts was carried out to identify the perception of issues related to hydrogeology in the LA of mining projects in the nation, which shows a low articulation with the instruments of integral management of water resources and geoscientific knowledge from the nation. Likewise, it was concluded that the regulatory system of the hydrogeological aspect of mining in Colombia

is under development with significant progress in the last five years, related to the fulfillment of the objectives set out in the national water policy of 2010. This research provides a diagnosis for evaluators, decision makers and consultants on how the normative approach of the hydrogeological aspect in mining has been; in the same way, this work can be considered for normative updates of both the LA system and the national water policy.

Keywords: National Environmental Licensing Authority, groundwater, hydrogeological aspect, state of the art, Environmental Impact Studies, mining, standard, reference terms.

Introducción

La presente investigación, ostenta como referencia geográfica el territorio colombiano, específicamente las áreas conformadas por solitudes y títulos mineros vigentes, mientras que el marco temporal inicial de referencia corresponde a la década de los años de 1970, considerando esta década hito de interés en la legislación minera, ambiental e hídrica por la emisión de un estatuto minero en 1970, así como por la emisión del Código Nacional de los Recursos Naturales en 1974 y por la emisión del Decreto 1541 de 1978. Por su parte, el marco documental guía corresponde a los términos de referencia (TdR) emitidos para la elaboración de los EIA en proyectos de explotación minera de gran escala (Autoridad Nacional de Licencias ambientales [ANLA], 2016), conformando también los antecedentes generales y el Marco de referencia (Capítulo uno).

Los TdR incluyen aspectos técnicos de interés en el componente hidrogeológico, que presentan una evolución y antecedentes poco resaltados y explícitos en dicho documento y en los instrumentos de gestión del recurso hídrico subterráneo, llevando a la pregunta: ¿Cómo ha sido la evolución de los términos de referencia en el componente hidrogeológico para la elaboración de estudios de impacto ambiental en los proyectos mineros y su integración con el conocimiento geocientífico del país?, aspecto investigado con los objetivos y justificación expuesta en detalle en el capítulo dos “Objetivos” y capítulo tres “Justificación” y abordado con un marco teórico (capítulo cuatro) que resalta los conceptos generales y de influencia en el desarrollo de la pregunta de investigación.

Ahora bien, el Marco metodológico que es presentado en el capítulo cinco del presente documento, desarrolla las pautas metodológicas desde dos fases principales concernientes a la heurística y la hermenéutica, que llevó a consultar las normas minero-ambientales con enfoque

al contenido asociado al componente hidrogeológico o aprovechamiento de aguas subterráneas tanto para Colombia, como para siete países considerados como referentes. Comparando, objetivos y estructuras, para identificar tanto similitudes como diferencias de las exigencias y avances minero-ambientales e hidrogeológicos internacionales con lo identificado en el aspecto nacional, como es discutido en el capítulo seis. Posteriormente es identificada la visión de expertos y la gestión del conocimiento con el análisis de los resultados de un cuestionario preparado para consultar a una grupo de expertos los aspectos relevantes de la actualidad hidrogeológica, articulando de esta manera el análisis de la promoción e integración de la información hidrogeológica generada por el sector minero para el conocimiento geocientífico y con instrumentos de la gestión del recurso hídrico subterráneo del país, expuesto en el capítulo seis “Resultados, análisis y conclusiones”.

1. Marco de referencia

1.1 Marco temporal

La política ambiental relacionada con las aguas subterráneas inicialmente se encuentra indicada en el Código Nacional de los Recursos Naturales [CNRN] (Decreto - Ley 2811, 1974) y detallada posteriormente en el (Decreto 1541, 1978), pilares normativos en el aspecto ambiental y del recurso hídrico, situación que enmarca de manera temporal la presente investigación, considerando el año de 1970 y su década como hito inicial para la determinación del estado del arte del componente hidrogeológico en la normatividad minero - ambiental de Colombia.

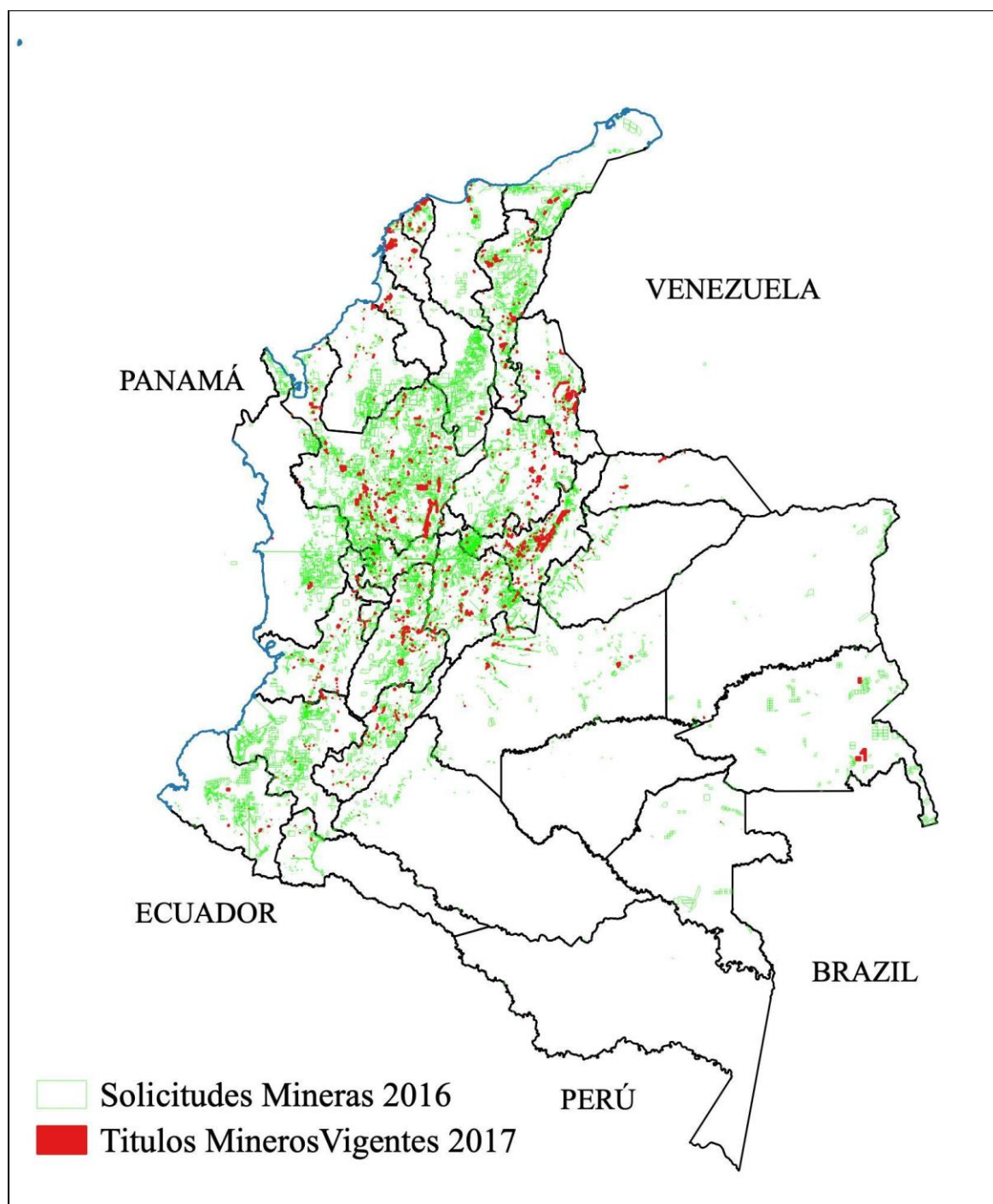
1.2 Marco geográfico

El marco geográfico de análisis de la presente investigación documental corresponde al territorio nacional de Colombia, con aplicación en las áreas de interés minero (**Figura 1**). El territorio colombiano, está comprendido por una extensión continental de 1.41.748 km² (República de Colombia, 1999, p. 81), con límites al norte por el mar Atlántico, al oeste por el mar Pacífico, al sur por Perú y Ecuador; al oeste por Brasil y Venezuela.

El área de interés minero representa cerca del 8,0% del territorio nacional, con un 2,9% de actividad minera actual. Territorio delimitado por un lado con 10.000 solicitudes de contrato para la exploración y explotación minera, y por otro con el registro de 7.258 títulos mineros de los cuales 3.104 ya están habilitados legalmente para explotar (Agencia Nacional de Minería [ANM], 2021), indicando una actividad minera relativamente baja y dependiente de próximos procesos de licenciamiento ambiental.

Figura 1

Marco geográfico de referencia de la investigación



Nota: La información de solicitudes y títulos mineros proviene del Catastro Minero

Colombiano en <https://sites.google.com/site/tierraminada/> fuente de acceso abierto.

1.3 Marco documental

Como marco documental y temático de referencia, para abordar la pregunta de investigación, se ha considerado los TdR para proyectos de explotación minera-proyectos mineros de gran escala (ANLA, 2016), ya que consideran ampliamente el aspecto hidrogeológico y es en la exigencia de caracterización de este componente, entre otros que la gran minería en los últimos años ha encontrado dificultades en la obtención del LA, situación reflejada en los proyectos mineros de Soto Norte y de la Minera de Cobre Quebradona, que mediante Auto No. 09674 del 2 de octubre de 2020 y Auto No. 09023 del 25 de octubre de 2021, ANLA ordenó el archivo del trámite administrativo de evaluación de licencia ambiental (ANLA, 2020, 2021).

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Determinar el estado del arte de la normativa minero ambiental de Colombia en el componente hidrogeológico, con un énfasis en TdR usados en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de gran minería y su integración con el conocimiento geocientífico del país.

2.2 Objetivos específicos

- Establecer la evolución de la normativa minero-ambiental relacionada con el componente hidrogeológico en estudios de impacto ambiental para proyectos mineros en Colombia. Confrontando los TdR en el componente hidrogeológico de los Estudios de Impacto Ambiental para proyectos mineros (ANLA, 2016), con otros instrumentos identificados en la normativa minero-ambiental de Colombia.
- Comparar las normas nacionales referidas al componente hidrogeológico en la normativa minero-ambiental con referentes internacionales.
- Establecer la articulación de la información hidrogeológica generada por el sector minero en la promoción del conocimiento hidrogeológico y en la gestión del recurso hídrico del país
- Determinar el estado del acceso de la información hidrogeológica y oferta de servicios en Colombia, respecto al componente hidrogeológico del país.

3. Justificación

Colombia es un territorio diverso, tanto en la oferta de recursos hidrogeológicos, como minerales. Cerca del 75% del territorio nacional cuenta con zonas potenciales para el almacenamiento y aprovechamiento de aguas subterráneas, siendo el subsuelo en donde se encuentra la mayor parte de los recursos hídricos utilizables en el planeta (Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2010, p. 27). Por lo tanto, el componente hidrogeológico en la minería en Colombia se puede considerar un insumo importante ya que *“Toda minería es minería de agua, sea de acuífero o de río”* (Observatorio de Conflictos Mineros en América Latina [OCMAL], 2019), siendo un aspecto fundamental en la estructuración de las labores de explotación y en el entendimiento de los impactos físicos asociados a estas, cuyo conocimiento debe ser detallado y cumplir con objetivos que van más de ser un formalismo de línea base de un EIA. Aún más, considerando que en los últimos cinco años el aspecto social (Franco, 2016, p. 81), el componente hidrogeológico, entre otros (ANLA, 2020, 2021) han sido determinantes y críticos a la hora de abordar las limitaciones que han tenido proyectos de gran minería en la obtención del licenciamiento ambiental, esto en referencia especial a los proyectos de la minera de Cobre Quebradona en el municipio de Jericó departamento de Antioquia y Soto Norte en el municipio de Soto Norte del departamento de Santander.

El aspecto técnico del desarrollo del componente hidrogeológico actualmente no presenta profundización académica conocida en el aspecto normativo (antecedentes y actualidad), leyes o conceptos minero – ambientales, con una mirada nacional como internacional que permita tener una evaluación y comparación del funcionamiento de estas que pueda ser articulada en una eventual actualización normativa o de política hídrica nacional.

Por lo anterior, se requiere conocer el estado del arte del componente hidrogeológico en la elaboración de EIA en proyectos mineros. Así mismo, actualmente se desconoce la aplicación de la información hidrogeológica generada por la industria minera en el conocimiento geocientífico del país y también son desconocidas las limitaciones (acceso de información, uso de laboratorios internacionales, uso guías de otros países) y oportunidades que presentan los evaluadores y consultores en la aplicación de los TdR.

Es de citar que al observar el repositorio de tesis (Universidad Antonio Nariño [UAN], 2021a) por cada cinco tesis elaboradas, una ha abordado las políticas públicas inmersas en el aspecto hidrogeológico. Así mismo, es de considerarse que la normativa minero-ambiental en Colombia es un tema de alta complejidad en conflicto creciente (Franco, 2016, p. 16,81) que requiere el aumento en la participación de la academia en el debate, evaluación y posible construcción de políticas públicas del sector minero e hidrogeológico.

4. Marco teórico

La minería es un buen ejemplo de la paradoja del requerimiento e impacto del recurso hídrico y por otro lado es una actividad inmersa en el paradigma de ser necesaria para el desarrollo social, económico y cultural en diversos territorios, así como lo es la acotación que las actividades humanas requieren agua y producen desechos (Global Water Partnership [GWP], 2000, p. 11).

La relación del recurso hídrico subterráneo con el minero en Colombia es estrecha, confluyendo en la oferta, salvaguardia e importancia del aprovechamiento sostenible para el crecimiento y el desarrollo del territorio. Aun así, difieren en su marco normativo, el primero: las aguas subterráneas, enmarcadas inicialmente en el CNRN (Decreto - Ley 2811, 1974) y el segundo la minería, cobijada bajo el Código de minas -CM (Ley 685, 2001) que en últimas exige el LA en el aprovechamiento de los recursos minerales exigido en Colombia y en otros países.

Entendiéndose como LA, al instrumento de manejo y control que lleva al otorgamiento o negación de la licencia y que propende por el disfrute de todas las personas de un ambiente sano, derecho colectivo y del ambiente considerado en la Constitución Política (CP).

Siendo la licencia otorgada, el respaldo y la representación de un marco legal que consolida el trabajo integral realizado ya sea bien por una empresa de consultoría especializada de caracterización, identificación y modelación tanto del medio como de los impactos de diferentes componentes ambientales; así mismo, dirige y orienta el aprovechamiento sustentable de los recursos, evitando, mitigando, corrigiendo y compensando impactos ambientales generados en ocasión a la ejecución de labores mineras, en pro garantizar el desarrollo de unas actividades mineras sustentables. En relación con los impactos, la minería bajo ciertas

circunstancias genera un alto impacto al ambiente, situación abordada con la elaboración de un EIA que a su vez es requisito legal del LA (MinAmbiente, 2020a, p. 4).

Ahora bien, el LA para proyectos de gran minería se encuentra enmarcado por los TdR para la elaboración de EIA para proyectos de explotación minera (ANLA, 2016), estudio elaborado por equipos multidisciplinarios que analizan el territorio objeto de intervención respecto al proyecto, que entre otros diseña el desarrollo de los programas necesarios para la mitigación, corrección, manejo y restauración de los impactos asociados, llevando a cabo la propuesta del desarrollo de una actividad minera de manera responsable en el ámbito de la legalidad (MinAmbiente, 2020a, p. 4). Al mismo tiempo, el EIA es sometido a evaluación y aprobación de la Autoridad Ambiental (AA) competente, buscando una minería sostenible y responsable, que incluya una buena relación entre su materia prima principal que es la roca y los demás componentes del ambiente.

En esta perspectiva, se acoge como definición de TdR a los lineamientos generales que la AA señala para la elaboración y ejecución de los estudios ambientales que deben ser presentados ante la Autoridad Ambiental competente (Decreto 1076 [Artículo 2.2.1.1.1.1, 2.2.2.3.3.2], 2015), definición usada para identificar el contenido y la exigencia del componente hidrogeológico dentro de la elaboración de un EIA; siendo el MinAmbiente el facultado para la emisión de los TdR (Ley 99 [Artículo 57], 1993; Departamento administrativo de la función pública [DAFP], 2011a; Decreto 3570 [Artículo 2], 2011; Decreto 1076 [Art 2.2.2.3.3.2], 2015).

Ya citados conceptos claves de esta investigación: licencia ambiental y TdR; a continuación, se precisan a continuación aspectos considerados para la determinación de los antecedentes normativos minero ambiental en el componente hidrogeológico de los EIA para proyectos mineros.

4.1 Referentes normativos nacionales

Colombia el referente nacional, se caracteriza por presentar un modelo político administrativo de nación unitaria, subdividida en 32 departamentos (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020, p. 177), cinco distritos y 1.123 municipios (Datos Abiertos, 2021), los cuales siguen los lineamientos diseñados a nivel nacional, siendo MinAmbiente la entidad del gobierno rectora de las políticas ambientales, entidad a la cual se encuentran adscritas las AA, que son las encargadas de administrar, ejecutar, controlar y vigilar el cumplimiento de las políticas ambientales (IDEAM, 2021).

A nivel general, la política ambiental relacionada al aspecto hidrogeológico y minero se encuentra enmarcada en el Decreto-Ley 2811, 1974 “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente” y en el CM (Ley 685, 2001). Siendo estos dos estatutos los pilares y primera aproximación, para describir la evolución de la normativa minero ambiental, junto con los TdR en el componente hidrogeológico para la elaboración de EIA para proyectos de explotación minera de gran escala.

Entendiéndose como proyectos de gran escala, los definidos en el Decreto 1076, artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente], 2015) y el Decreto 1666, Artículo 2.2.5.1.5.5 (Ministerio de Minas y Energía [Minenergía], 2016), que corresponden a los indicados en seguida en la **Tabla 1**.

Es de considerarse para la presente investigación, los instrumentos para la Gestión Integral del Recurso Hídrico Subterráneo (GIRHS) que se encuentran representados por los 28 Planes de Manejo Ambiental de Acuíferos (PMAA) realizados por las Corporaciones Autónomas Regionales (Otálvaro, 2021, p. 9).

Tabla 1*Proyectos de explotación minera a gran escala*

Tipo de minería	Especificación
Carbón	Explotación proyectada mayor o igual a ochocientos mil (800.000) toneladas/año.
Materiales de construcción y arcillas o minerales industriales no metálicos	Cuando la producción proyectada sea mayor o igual a seiscientos mil (600.000) toneladas/año para las arcillas o mayor o igual a doscientos cincuenta mil (250.000) metros cúbicos/año para otros materiales de construcción o para minerales industriales no metálicos.
Minerales metálicos y piedras preciosas y semipreciosas	Cuando la remoción total de material útil y estéril proyectada sea mayor o igual a dos millones (2.000.000) de toneladas/año.
Otros minerales y materiales	Explotación de mineral proyectada mayor o igual a un millón (1.000.000) toneladas/año.

Nota: Basado en los Decretos 1076 de 2015 y 1666 de 2016.

4.1.1 Autoridades Ambientales y sector público

En la presente investigación tanto las Corporaciones Autónomas Regionales, como las de desarrollo sostenible y las autoridades ambientales urbanas, conforma el grupo de las AA. Por tanto, en el desarrollo de la presente investigación se hará referencia a las mismas en conjunto, que al ser citados con la ANLA, ANM, IDEAM y SGC, conforman al sector público en el que se localizan los expertos en el componente hidrogeológico asociado en la minería, aspecto importante para identificar la percepción de los profesionales que de alguna manera en el desempeño de su rol como funcionarios públicos o en algunos casos como contratistas participan en el diseño de reforma, evaluación del cumplimiento de TdR para proyectos mineros y deciden en el otorgamiento o negación de una licencia.

4.1.2 Otros gremios

Como otros gremios, son considerados los observatorios tanto mineros, como del agua, organizaciones ambientales, gremios asociados a la minería y el sector de la consultoría. Donde se concentra la población experta que aplican directamente los TdR en los EIA en ejecución y planeamiento de sus proyectos mineros. Es de considerar que la consultoría ambiental es una actividad de prestación de servicios especializados, en la que las empresas, ejercen prácticas para la promoción del conocimiento en la etapa de socialización del Estudio de impacto ambiental, que incluye entidades del gobierno, como a población adjunta al mismo (Costanzo & Sánchez, 2014, p. 2).

4.1.3 Participación de la academia

La participación de la academia es considerada en la presente investigación de interés por evidenciar en este sector la misión y cooperación en la trasmisión de saberes y por lo tanto, en la formación de expertos, como en la transformación e influencia de las sociedades. La academia se reconoce por actuar como medio “imparcial, incluyente, objetivo y benéfico” y corresponde a este sector articular la generación de conocimiento con base en las demandas sociales, culturales y de políticas públicas, ratificando la importancia de la participación de este sector en la observación, evaluación y construcción de políticas públicas, al ser la academia un instrumento que influye considerablemente en ámbitos del poder, como el administrativo, ciudadano y político (Castaño Duque & Ramírez Guapacha, 2016, p. 12,13).

4.2 Referentes normativos internacionales

Como información referente normativa internacional, se consideran las convenciones ambientales internacionales, ejecutadas por la Organización de las Naciones Unidas. Así mismo, son referentes normativos las publicaciones asociadas al recurso hídrico subterráneo de las siguientes agencias:

- Global Water Partnership (GWP)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Interamerican Association for Environmental Defense (AIDA)

Documentos que pueden facilitar el análisis y entendimiento de cómo se encuentran y aplican las normas e instrumentos de gestión tanto del recurso hídrico como de gestión, así como la aplicación de estudios y declaraciones de impacto ambiental desde la visión internacional.

4.2.1 Países de referencia

Los países considerados de referencia en la presente investigación serán aquellos en los cuales es conocida la alta incidencia de la minería en su economía, esto para países de América Latina (AMLA); así mismo, se tendrán en cuenta aquellos como Canadá y España que de alguna manera se encuentran citados en TdR existentes, normativas o guías minero-ambientales. También se incluye Australia por ser un referente en temas de minería y líder en la gestión del recurso hídrico en especial en las aguas subterráneas.

Respecto a la alta incidencia de la minería en países de AMLA, son los territorios de: Brasil, Bolivia, Chile, México, Perú y Colombia, valorados con alta incidencia de la minería en su economía (Viana Ríos, 2018). Sin embargo, es descartada Bolivia considerando que este país presenta un índice de políticas públicas y de gobernabilidad bajo (Banco Interamericano de

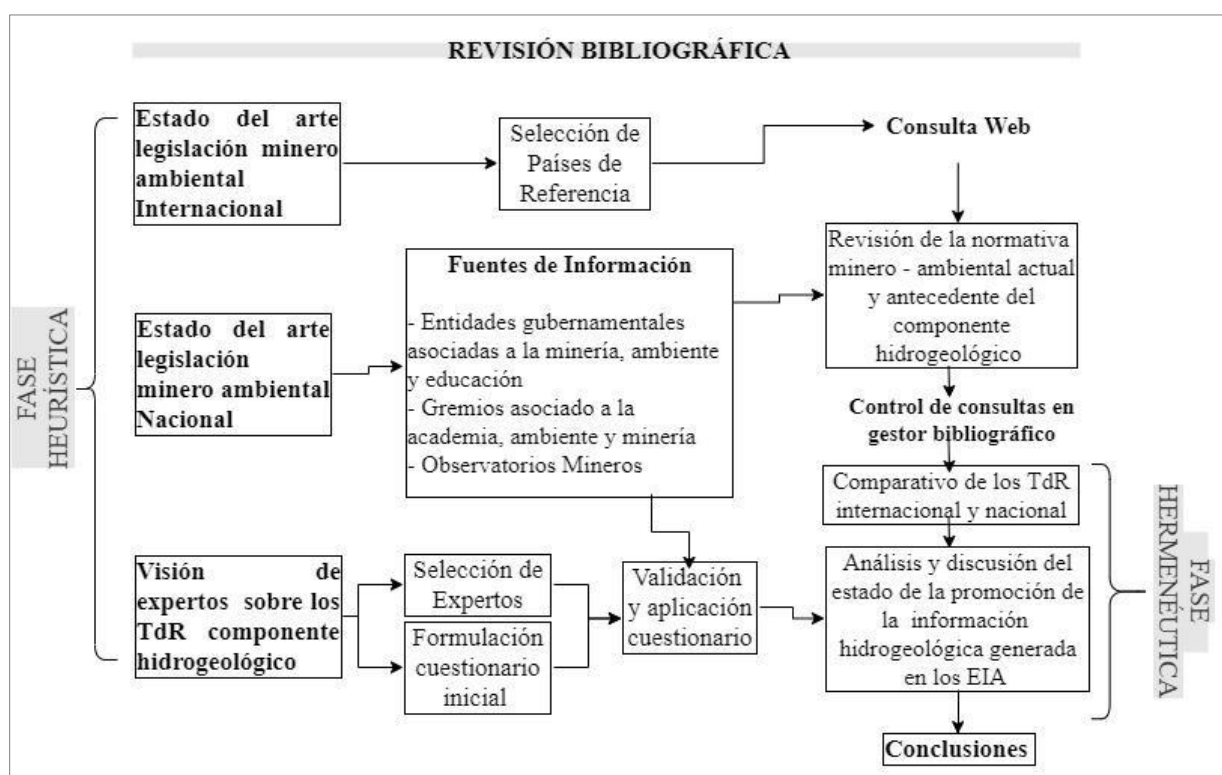
Desarrollo [BID], 2014, p. 16,17,21,23) y no cuenta con una ley de aguas ([Instituto Geológico Minero de España [IGME], 2019, p. 39,44) por lo cual no corresponde a un referente de interés para el ejercicio de la presente investigación.

5. Marco metodológico

Con el objetivo de documentar como es el estado del arte y evolución de los TdR, se desarrollaron sistemáticamente dos fases metodológicas (ver **Figura 2**): heurística y hermenéutica, descritas a continuación.

Figura 2

Metodología general



Nota: Elaboración propia.

5.1 Fase heurística

Entendiéndose por heurística a la recopilación y revisión de todos los materiales consultados para construir un estado del arte, en el desarrollo de la presente tesis, se ejecutó una permanente revisión bibliográfica asociada a normatividad minero ambiental y al componente

hidrogeológico en Colombia. Esta revisión, se realizó con énfasis en los TdR a través de consulta *web*, aplicativo SuinJuriscol tanto el historial legislativo, como de los instrumentos de gestión minero-ambiental generados por las entidades del gobierno asociadas a la minería, al ambiente y al recurso hídrico subterráneo (MinAmbiente e IDEAM). Aplicando como técnica de compilación de las referencias bibliográficas, el uso de recursos de *Elsevier Publishing* con los que la universidad cuenta con suscripción como *Mendeley (Cite, Reference Manager, Web Importer)*.

Una vez estructurada la información para Colombia, se realizó a una recopilación y revisión análoga para siete países considerados referentes internacionales en la temática, ya por sus avances en la gestión del recurso hídrico como por ser considerados referentes mineros en la región, para este ejercicio, se consideró la consulta en bases de datos o gestores de investigación como *ScienceDirect*, *Scopus* (soluciones de *Elsevier*) y *Google Scholar*; consulta que incluye las palabras claves de la **Tabla 2** dando prioridad a los artículos referidos a antecedentes de normativa minero ambiental, archivos y publicaciones sobre legislación, también incluyendo publicaciones de agencias de cooperación internacional para identificar el estado del arte del componente hidrogeológico en proyectos mineros.

Tabla 2

Palabras claves usadas en los gestores de búsqueda

Palabras Claves	Palabras Claves	Palabras Claves
Access to water	España	Laws
Australia	Governance	Mexico
Brazil	Groundwater	Mining
Canada	Groundwater governance	Policies

Palabras Claves	Palabras Claves	Palabras Claves
Chile	Groundwater management	Peru
Environmental impact studies	Hydrogeological governance	Regulations
environmental licenses for mining	Hydrogeology	Rules
environmental licensing	Hydrogeology for mining	Water Standards

Nota: Se uso palabras claves en inglés para hacer efectiva y universal la búsqueda en los gestores

Las fechas en las que se realizó consulta, recopilación y revisión de artículos, corresponde de septiembre de 2020 a noviembre del mismo año, así como en los meses de marzo, agosto, septiembre y octubre del año 2021.

5.2 Fase hermenéutica

La fase hermenéutica estuvo referida específicamente al proceso de valoración cualitativa y discusión del tema, donde se realizó la interpretación de lo hallado y se incluyó el contenido social, el instrumento de medición planeado fue un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas de carácter cualitativo dirigido a una población de expertos para realizar un muestreo no probabilísticos por conveniencia, que permitirá por un lado aproximar como es la visión de expertos en el tema y por otro lado soportará la identificación de la promoción de la información hidrogeológica generada en los proyecto de gran minera en el conocimiento geocientífico y gestión del recurso hídrico en el país.

El cuestionario fue formulado durante el mes de febrero de 2021 en las clases del seminario de investigación II, contando con la asesoría y validación de las preguntas por parte del director de la investigación. Respecto a la validación del formulario, se contó con los comentarios de los primeros encuestados para ajustarlo, teniendo el definitivo luego del quinto

diligenciamiento. En cuanto a la confiabilidad, este contendrá una pregunta respecto a la aplicación de este, por parte de los participantes.

5.3 Estado del arte: Legislación minero ambiental e hidrogeológica, mirada nacional

Para abarcar el estado del arte, tanto de la legislación minero ambiental, como la evolución de los TdR (ANLA, 2016); se hace necesario tener una panorámica amplia sobre cómo ha sido el desarrollo de la legislación minera y ambiental en Colombia, se realizarón consultas de tres ejes temáticos como se muestra en la **Tabla 3** y en la **Figura 3**.

Tabla 3

Ejes temáticos y fuentes de consulta

Eje temático	Fuente de consulta
Legislación minera	Agencia Nacional de Minería (ANM)
	Autoridad Nacional de Licencias ambientales (ANLA)
	Ministerio de Minas y Energía (Minenergía)
Legislación ambiental	Suin-Juriscol
	Ministerio de Ambiente (MinAmbiente)
Artículos científicos y publicaciones Asociadas al tema	<i>Scopus de Elsevier, ResearchGate y Google Académico</i>

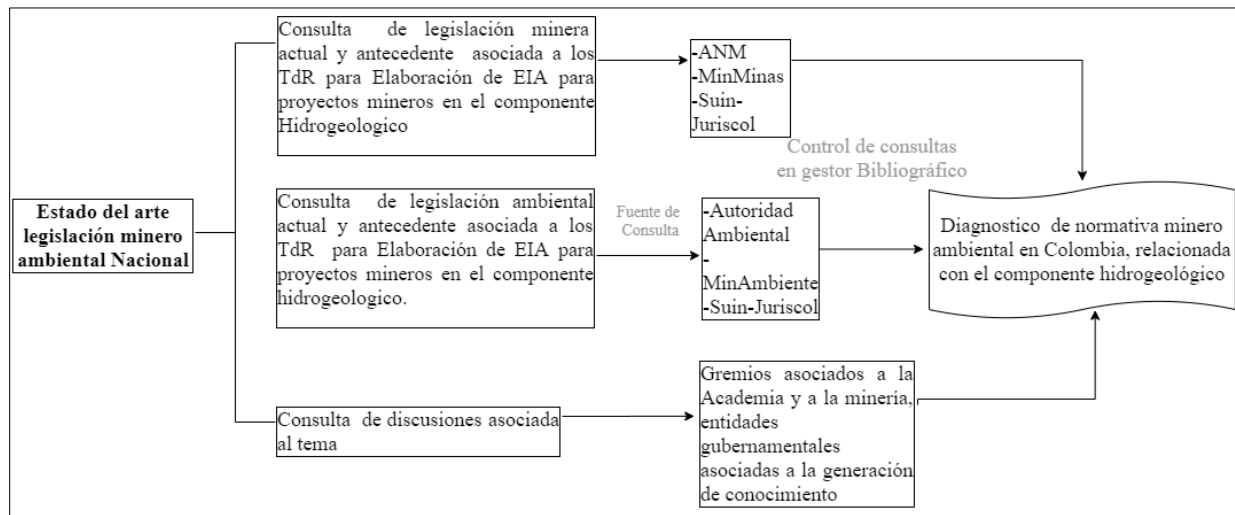
Nota: Elaboración propia.

Como marco de referencia temporal para el desarrollo del estado del arte del aspecto hidrogeológico TdR (ANLA, 2016), respecto a la legislación minero ambiental, la evolución normativa se enmarco temporalmente en el hito inicial del año de 1970 y descrita por décadas, ya que esta es una referencia temporal o unidad mínima promedio en la que se puedan evidenciar

o evaluar efectos o cambios sustanciales en la ejecución de una política hídrica y minera. Así mismo, considerando documentar medio siglo de normas minero-ambientales, con enfoque al aspecto hidrogeológico.

Figura 3

Metodología específica: Estado del arte legislación minero ambiental nacional



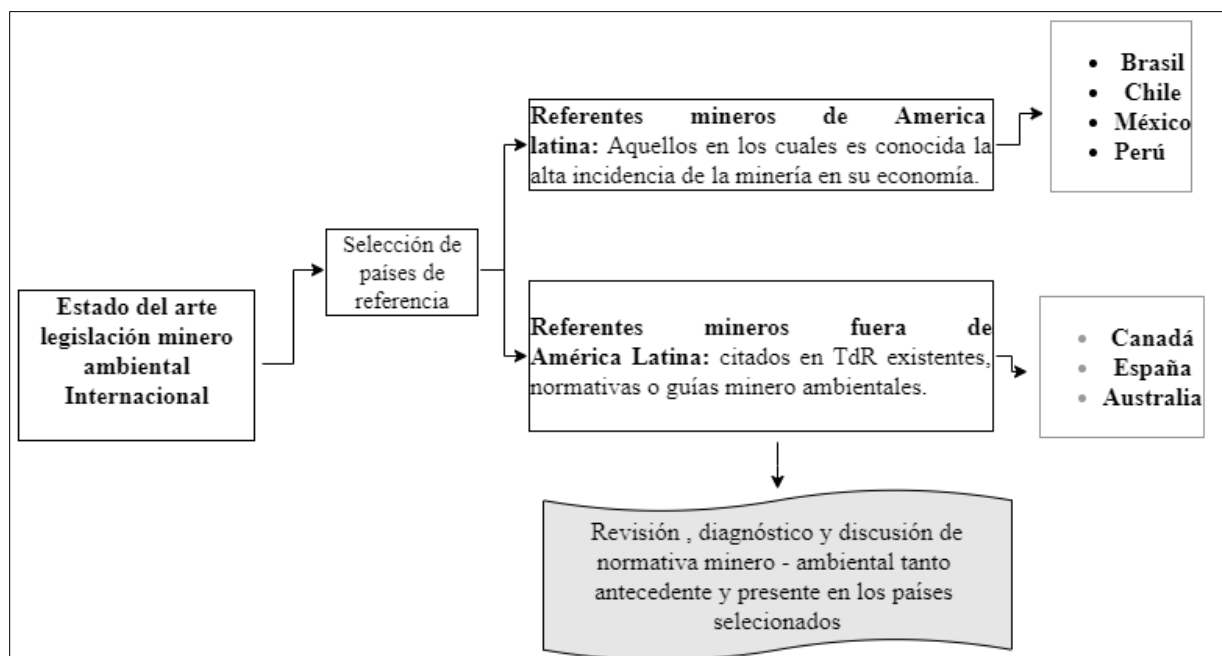
Nota: Elaboración Propia.

5.4 Estado del arte: Legislación minero ambiental e hidrogeológica- mirada internacional

Los referentes normativos internacionales o países considerados en el presente trabajo serán aquellos en los cuales la actividad minera tiene alta incidencia en su economía como lo son Brasil, Chile, México, Perú y Colombia como países pertenecientes a AMLA. Así mismo, se consideraron países como Canadá y España los cuales sirvieron como referente en TdR existentes, así como Australia como país minero y líder en GIRH (Ver **Figura 4**).

Figura 4

Metodología específica: Estado del arte legislación minero ambiental internacional



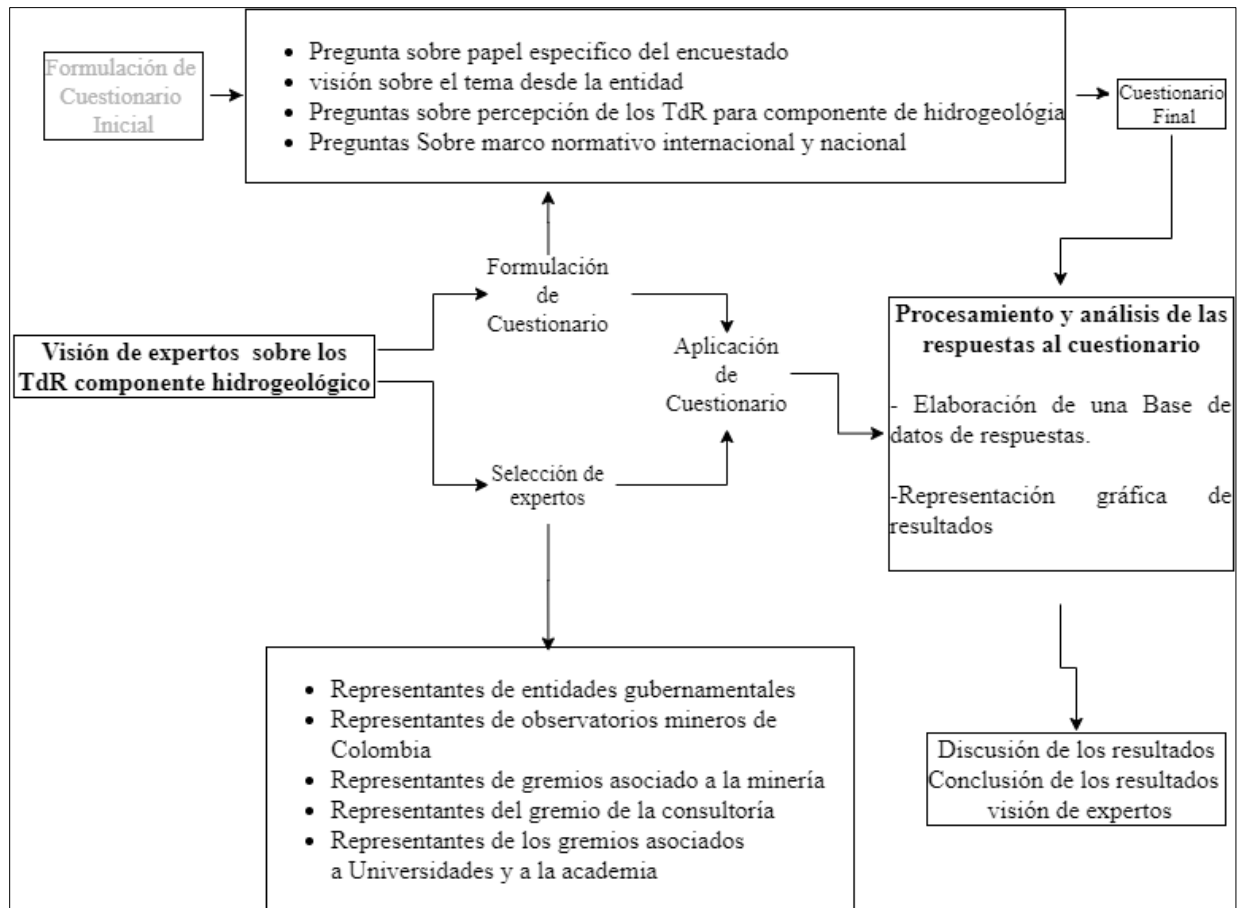
Nota: Elaboración Propia.

5.5 Visión de expertos

El estado del arte desde la visión de expertos se determina con un diagnóstico exploratorio ejecutado mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia dirigido a la población de expertos, que se desarrolló siguiendo la estructura metodológica que se muestra en la **Figura 5**, cuyo eje principal es la aplicación de un cuestionario semiestructurado en el aplicativo Google Formularios, presentado mediante el envío de correspondencia electrónica como presentación formal del proyecto y de solicitud de diligenciamiento del enlace de acceso al formulario, con un periodo de dos meses para su diligenciamiento. Los correos de soporte enviados presentan la estructura presentada en el **Anexo A**.

Figura 5

Metodología específica: Estado del arte desde la visión de expertos



Nota: Elaboración propia

5.5.1 Selección de expertos y muestra de análisis

La selección de expertos para la presente investigación se inició con la identificación de sectores que se encuentran involucrados en los proyectos mineros en la fase del licenciamiento ambiental, los cuales corresponden:

a) El sector académico como formador de profesionales e investigadores que se involucran en el sector económico de la minería y de la hidrogeología.

b) El sector de la consultoría que se involucra en la elaboración del EIA y realiza seguimiento a los proyectos mineros.

c). Organizaciones ambientales que se conminan en el seguimiento de los proyecto y salvaguardia de los intereses del colectivo medio-. ambiental.

d) El sector público como ente regulador del licenciamiento ambiental, generador del conocimiento y encargado del desarrollo económico.

E) Otros gremios, como sociedades de profesionales que apoyan el sector minero o de la hidrogeología.

Conformando estos gremios la referencia en los que se encuentra la población de expertos del tema objeto de aplicación del cuestionario, se elaboró un listado (ver **Tabla 4**) de las entidades que conforman esta población de interés, de donde se obtuvo la muestra de análisis, correspondiente a los profesionales que de manera voluntario diligenciaron el cuestionario, es decir la muestra es no probabilística seleccionada por conveniencia.

Tabla 4

Lista de entidades específicas objeto direccionamiento del cuestionario

Sector/gremio	Descripción	Entidad específica
Académico	Universidades que presentan programas asociados a las ciencias de la tierra, ingeniería de minas y recursos hídricos	Universidad Nacional: -Escuela de geología -Facultad de minas Universidad de los Andes -Escuela de geociencias UPTC -Escuela de ingeniería geológica -Escuela de Ingeniería de minas Universidad Javeriana Universidad Católica EAFIT

Sector/gremio	Descripción	Entidad específica
		- Escuela de geología UIS -Escuela de geología Universidad del Área Andina Universidad de Caldas Universidad del Rosario Universidad Autónoma Universidad Central U Distrital Estudiantes de la maestría en hidrogeología ambiental
Consultoría	Empresas consultoras del sector privado que ofrecen servicios para minería e hidrogeología	Profesionales de empresas de consultoría
Asociados a una organización ambiental		ASOCARS Centro de estudios en política y legislación ambiental de Colombia -CEPLAC- Comité por la defensa del agua y el árbol de Santurbán Corporación ambientalista Esperanza Verde Fundación de ciencias naturales- FUNCINAT
Sector público		ANLA ANM Corporaciones autónomas del país y secretarías de ambiente IDEAM Ministerios: -Ambiente -Minas Servicio Geológico Colombiano
Otros		Sociedad Colombiana de Geología (SCG) Corporación Consejo Profesional de Geología (CPG) Asociación Nacional de Ingenieros Geólogos (ANIG) Asociación Colombiana de Hidrogeólogos Asociación de Ingenieros de Minas de Colombia (AIMC)

Nota: Elaboración propia

5.5.2. Cuestionario

El cuestionario para la determinación de la visión de expertos respecto al componente hidrogeológico en los TdR se diseñó en cinco secciones y 20 preguntas específicas al componente hidrogeológico en la normatividad minero-ambiental de Colombia y diseñado para su diligenciamiento como se muestra en la **Tabla 5** y en el **Anexo B**.

Tabla 5

Secciones y preguntas formuladas en el cuestionario

Sección y número de pregunta	Nombre de la sección y pregunta	Observaciones, objetivo y justificación de la sección o pregunta
A	<i>-Antecedentes y actualidad del componente hidrogeológico en la normatividad minero - ambiental de Colombia</i>	Presentación y título de la encuesta
	-Datos generales del encuestado	Formulada con el ánimo de caracterizar al experto y a la muestra.
B	<i>Términos de referencia (TdR) para la elaboración del Estudio de impacto ambiental (EIA) en proyectos de explotación minera (ANLA, 2016)</i>	Involucrar el principal instrumento objeto de la investigación para indagar sobre la aplicación y percepción de estos, por parte de la población encuestada.
1	¿Conoce los antecedentes base de estructuración de los TdR- (ANLA, 2016)	Identificar el conocimiento del experto respecto a los antecedentes de los TdR.
2	¿Ha sido invitado como actor generador del conocimiento hidrogeológico en la elaboración de TdR para el sector minero?	Identificar la participación del experto en la formulación de TdR.
3	¿La entidad a la cual usted representa, aplica los TdR (ANLA, 2016), como referente, para la exigencia o evaluación de Estudio de impacto ambiental (EIA) y Planes de Manejo Ambiental (PMA) en proyectos mineros?	Sondear respecto a la aplicación de los TdR a nivel nacional.

Sección y número de pregunta	Nombre de la sección y pregunta	Observaciones, objetivo y justificación de la sección o pregunta
4	¿Considera que los TdR (ANLA, 2016) o los que aplica la entidad a la cual usted representa, abarca de manera adecuada el aspecto hidrogeológico para el alcance de los proyectos mineros?	Evaluar la percepción de los expertos encuestados respecto al aspecto hidrogeológico propuestos en los TdR
5	¿Considera que los requerimientos de los TdR ANLA (2016) son aplicables de manera general a los diferentes tipos de explotación minera del país?	Identificar la percepción respecto a la estandarización de TdR
6	Considera que ante una eventual actualización de los TdR ANLA (2016), los nuevos TdR deberán particularizar, considerando:	Opciones: Ambiente geológico de formación, el tipo de mena mineral: mena metálica y no metálica, tipo de extracción minera, ejemplo: cielo abierto o subterránea, todas las anteriores o ninguna de las anteriores (deberán ser generales).
7	¿Considera de utilidad para el sector minero, la generación de una guía de elaboración de modelos hidrogeológicos, enfocada a proyectos del sector minero?	Sondear respecto a un posible instrumento que puede ser recomendado para tenerse en cuenta en una actualización normativa.
C	Planes de trabajos y obras (PTO) y Estudios de impacto ambiental (EIA)	En esta sección se involucra el instrumento secundario del PTO del licenciamiento minero, para generar una comparación respecto a los EIA.
8	¿Conoce los TdR solicitados para el componente hidrogeológico, tanto para la elaboración de Planes de trabajos y obras (PTO), como para la elaboración de EIA en proyectos mineros?	Pregunta planteada para indagar específicamente a la población experta que conozca los dos instrumentos.
8-1	¿Considera usted, que debería existir un componente hidrogeológico en el PTO (sobre los cuales se expide el título minero) que esté alineado con los TdR (sobre los cuales se expide la licencia ambiental)?	Conocer la percepción respecto a la comparación de las exigencias de los PTO y EIA
8-2	La información obtenida, como resultado de la elaboración del componente hidrogeológico, ha sido	Opciones: planeamiento minero, desarrollo minero, evaluación del potencial de aprovechamiento de aguas subterráneas, no se

Sección y número de pregunta	Nombre de la sección y pregunta	Observaciones, objetivo y justificación de la sección o pregunta
	considerada para desarrollar alguno de los siguientes aspectos:	ha considerado, para desarrollar aspectos adicionales
8-3	¿Ha tenido en cuenta, la información hidrogeológica obtenida como factor limitante para el cálculo de reservas (yacimiento mineral)?	Identificar el uso del componente hidrogeológico en otros aspectos dentro del planeamiento minero.
D	<i>Contribución del componente hidrogeológico en el sector minero en el conocimiento geocientífico del País</i>	Sección formulada para identificar la percepción por parte de los expertos en cuanto a la promoción del conocimiento
9	¿La información generada, en el componente de hidrogeología en los EIA, ha sido usada por la entidad que usted representa, para la generación y promoción del conocimiento hidrogeológico en Colombia?	Identificar el uso y articulación de la información generada en los EIA, respecto a la promoción del conocimiento.
10	¿Conoce de algún modelo hidrogeológico, generado para un licenciamiento ambiental que este articulado dentro de un instrumento de manejo ambiental* en su jurisdicción?	Identificar el uso y articulación de la información generada en los EIA, respecto a los instrumentos de GIRH, así como de ordenamiento territorial.
11	¿En la entidad a la cual pertenece, la información hidrogeológica generada, ha sido promocionada en el conocimiento geocientífico del país (eventos científicos y publicaciones)?	Identificar la percepción de la información hidrogeológica generada en los EIA, respecto a la promoción del conocimiento geocientífico.
E	<i>Acceso de información, oferta de servicio y evaluación del cuestionario – sección E</i>	Sección formulada para identificar la percepción en los aspectos de acceso a la información, oferta de servicio por parte de los expertos consultados
12	¿La información secundaria, generada por las entidades públicas** ha sido de fácil acceso, para la construcción del modelo hidrogeológico?	Identificar la percepción respecto al acceso de la información
13	¿Para la elaboración del modelo hidrogeológico requerido en los TdR (ANLA, 2016) ha aplicado guías metodológicas elaboradas en otros países?	Identificar la aplicación de guías internacionales o de otros países
14	¿Para atender los TdR (ANLA-2016), en el aspecto hidrogeológico, su empresa requirió el uso de laboratorios especializados fuera de Colombia?	Diagnosticar que tanto ha sido necesario acudir a laboratorios nacionales para cumplir el componente hidrogeológico.

Sección y número de pregunta	Nombre de la sección y pregunta	Observaciones, objetivo y justificación de la sección o pregunta
15	¿La entidad a la cual pertenece, oferta servicios de análisis específicos de hidrogeología?	Selección de tipos de análisis: Isotópicos, hidroquímicos-geoquímicos o geoquímica ambiental, ensayos estáticos y dinámicos, otros
16	¿Considera que la oferta analítica asociada a los laboratorios existentes en el país es consecuente con los análisis solicitados en los TdR de referencia ANLA, 2016?	Diagnosticar si las exigencias del componente hidrogeológico se ajustan a la oferta existente en Colombia.
17	¿Considera desde su campo de acción y entidad a la cual usted representa, que las preguntas aquí formuladas, consideraron las opciones de respuesta para resolver el presente cuestionario?	Pregunta formulada para validar con las primeras respuestas el cuestionario en la primera ronda de aplicación. También se busca evaluar la aplicación de este.
	-Acorde a la respuesta anterior, si lo desea le invitamos a escribir sus comentarios, observaciones, limitaciones o sugerencias.	

Nota: Elaboración propia.

5.5.3 Aplicación web del cuestionario

Una vez formulado y pre-validado el cuestionario es aplicado con los detalles metodológicos y sistemáticos presentados a continuación:

- Identificación en las páginas *web* de los correos oficiales de atención al usuario de cada sector y gremio de interés.
- Identificación de manera específica de los correos asociados a las áreas encargadas de los temas de minería e hidrogeología en los organigramas o directorio de funcionarios de las entidades del sector público.
- Formulación, elaboración y presentación de carta de solicitud formal de diligenciamiento del cuestionario.

- Ensamble, conforme a población objeto aplicación del cuestionario base de datos de correos para envío y control de la correspondencia.
- Selección de un primer grupo de entidades para aplicación del formulario de modo tal que, con esta selección, se integre al mayor número de expertos en la materia y se reciba retroalimentación de observaciones al proceso o al formulario.
- Aplicación de cuestionario a segundo y tercer grupo de entidades.
- Análisis de porcentajes y visualización gráfica de las respuestas.

El formulario contó con una versión preliminar (inicial) con validación por los mismos expertos para su aplicación que se hizo considerando las primeras observaciones que registren los actores pertenecientes a la muestra.

El ejercicio de aplicación inicial al primer grupo de entidades es realizado con presentación del cuestionario el día 17 de marzo de 2021, mediante el envío de correspondencia electrónica a los correos oficiales y de atención a los usuarios de las AA, a la ANM, ANLA y al MinAmbiente, grupo seleccionado por considerar a estas entidades como las autoridades técnicas en la materia de evaluación y aplicación de los TdR. De este ejercicio, se recibió observaciones las cuales fueron articuladas al formuñario para la aplicación del cuestionario al segundo y tercer grupo de entidades.

En el segundo grupo de entidades, se envió solicitud de diligenciamiento a las CAR´S en las cuales los correos inicialmente enviados presentaron devolución sugiriendo el envío a otro dirección electrónica, o en su defecto se envió a correos diferentes al de correspondencia enviado inicialmente, también se envió correspondencia tanto a 30 direcciones electrónicas asociadas a la academia ya enlistada con anterioridad, como a tres entidades asociadas al gremio de la minería y se consideró la presentación del cuestionario a algunas direcciones electrónicas

identificadas de organizaciones ambientales, todo esto ejecutados en las fechas comprendidas entre el 8 y 9 de abril de 2021. Posteriormente el cuestionario, es cerrado para su diligenciamiento del 17 de mayo de 2021, quedando disponible para su diligenciamiento un tiempo máximo de dos meses y un tiempo mínimo de un mes.

6. Resultados, análisis y conclusiones

6.1 Evolución de la normativa minero ambiental en el componente hidrogeológico desde el ámbito nacional, una aproximación histórica y actual

El estado del arte del aspecto hidrogeológico TdR (ANLA, 2016), es descrito a continuación, resaltando que la década de los años 70 (hito temporal inicial), se encuentra antecedida por cambios normativos relativamente significativos en el ámbito de los recursos naturales y mineros, tales como: la creación de algunas Corporaciones Autónomas Regionales-CAR entre los años 1951 y 1968, la fundación del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente – INDERENA en 1968 (Franco, 2016, p. 27,56) y el establecimiento del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico – Mineras (INGEOMINAS) en el año de 1969 (hoy SGC), entidad creada para el estudio de los recursos no renovables, con el objetivo de investigar y evaluar las reservas de los yacimientos minerales, así como explorar áreas promisorias (SGC, 2016, p. 137).

Así mismo, es en el año de 1969 que el gobierno sanciona la Ley 20 que, dispone por primera vez, que “todas las minas pertenecen a la nación”, es decir, esta ley nacionalizó el subsuelo en todo el territorio nacional y abolió la adjudicación heredada de las antiguas leyes (Congreso de la República, 1969).

6.1.1 Década de los años 70: Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables, declaración de Estocolmo y conferencia del Mar de la Plata

Una vez establecida la nacionalización del subsuelo en todo el territorio, es con el Estatuto minero - Decreto 1275 (Ministerio de minas y petróleos, 1970) que el gobierno nacional

acoge las disposiciones de la Ley 20 de 1969 para el aspecto minero, declarando: “todas las minas pertenecen a la Nación” (Rettberg et al., 2014, p. 20).

En el año 1974, inicia el marco regulatorio ambiental moderno, con la expedición del Decreto-Ley 2811 que promulga el CNRN, para el manejo de los recursos naturales renovables, la atmósfera y el espacio aéreo, las aguas en cualquiera de sus estados, la tierra, el suelo y el subsuelo, la flora y la fauna (Otálvaro, 2021, p. 7) . Pilar normativo actual para el recurso hídrico y los recursos renovables. Norma que implanta la incorporación de LA, para la ejecución de obras, el establecimiento de industrias o el desarrollo de cualquier actividad que ocasiona deterioro grave al medio ambiente o modificación del paisaje; sin incluir de manera explícita y obligatoria la actividad minera, ya que el LA se estaba inmerso al título minero (Rettberg et al., 2014, p. 34). Así mismo, es en este año que Colombia se convierte en el primer referente de AMLA y el Caribe en incorporar en el marco jurídico los EIA (AIDA, 2021, p. 6).

Por otro lado, es en el CNRN que se identifica la definición del término aguas subterráneas dentro de un marco jurídico. Así como, las condiciones para su uso y aprovechamiento, siendo el primer referente normativo que integra la exigencia de un requisito técnico para el aprovechamiento de este recurso, tanto para actividades mineras, como para otras actividades productivas. Exigencia a cargo, del ya extinto INDERENA, así como, de las CAR ya creadas.

Ahora bien, en el CNRN el aspecto minero es contemplado para la explotación de materiales de arrastre, considerado como recurso renovable, con la especificación del requerimiento de permiso por parte de particulares, para la extracción de materiales de arrastre de los cauces o lechos de las corrientes o depósitos de aguas. Así mismo, en este código se sugiere

el establecimiento de tasas retributivas de servicios ambientales por la disposición de residuos mineros (Decreto - Ley 2811, [Artículos 18 y 99],1974).

En particular del CNRN, se identifica que su sanción y promulgación es realizada posterior al desarrollo de la primera Asamblea General de las Naciones Unidas o más conocida como la Declaración de Estocolmo, llevada a cabo en el año de 1972, en la que se discutió el estado del medio ambiente, evento reconocido también, como el primer comienzo de la conciencia de los problemas ambientales globales (AIDA, 2021, p. 5). Situación que de alguna manera pudo motivar al gobierno colombiano en legislar el manejo de los recursos naturales renovables de la nación.

En el año de 1976, el país presenta especial atención en el aspecto minero, creando Carbocol y Mineralco, situación motivada por las expectativas de los descubrimientos de Cerro Matoso (yacimiento de ferroníquel) y del complejo siderúrgico Paz del Río (Franco, 2016, p. 25,52,51).

Posteriormente, en la desarrollada en el año de 1977, por primera vez es reconocido el agua como un derecho humano, indicando que: “Todos los pueblos, cualquiera que sea su nivel de desarrollo o condiciones económicas y sociales, tienen derecho al acceso a agua potable en cantidad y calidad acordes con sus necesidades básicas” (ONU, 2015, p. 1). Así mismo, es acogida en diferentes escenarios internacionales la GIRH como una forma viable de solucionar y al mismo tiempo de evitar los conflictos asociados al recurso hídrico (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020).

Ahora bien, es en el año de 1978 que el gobierno nacional emite el Decreto 1541, reglamentando la Parte III del Libro II del Decreto Ley 2811 de 1974 “De las aguas no marítimas” y parcialmente la Ley 23 de 1973, contando con la integración de algunos conceptos

de la GIRH. Específicamente, para el aprovechamiento del Recurso hídrico subterráneo (RHS), expide los Artículos 146 al 178, incluyendo las condiciones del otorgamiento de las aguas subterráneas, tanto para la actividad minera, como para otros usos, exigiendo:

- Permiso de prospección y exploración de aguas subterráneas para su posterior aprovechamiento
- Prospección geofísica
- Ensayo de bombeo
- Análisis fisicoquímico de las aguas
- Relación de los otros aprovechamientos de aguas subterráneas existentes

Con lo anterior, se identifica que en la década de los 70, el gobierno colombiano desarrolla un “moderno” marco normativo que incluye de manera particular RHS, situación que no contenía el Decreto 1381 (Ministerio de la Economía Nacional, 1940). Es en esta década cuando se declara al subsuelo y a todas las aguas nacionales, sin especificar de manera particular las aguas subterráneas como bienes de uso público y propiedad del estado. Convirtiendo al CNRN en el primer y actual referente que señala las condiciones sobre el aprovechamiento, conservación y distribución del RHS, máxime considerando que estas especificaciones de aprovechamiento hoy día son el referente usado por las AA para el otorgamiento de los permisos correspondientes de este recurso.

En cuanto al aspecto minero, el Estatuto Minero de 1970, reconoce a la nación como propietario del subsuelo, mientras el CNRN integra el concepto de licenciamiento ambiental para algunas actividades productivas, exceptuando a la actividad minera. Así mismo, en esta década y antecesora, el gobierno impulsa la creación de instituciones técnicas con el ánimo de apoyar el conocimiento detallado, prestar asistencia técnica y administración a los descubrimientos

mineros ocurridos al final de la década de los 50, que posicionaron al país como una posible potencia minera. Situaciones que marcan la actualidad de normativa minero ambiental del país.

6.1.2 Década de los años 80: Reglamentación de cuencas y primer código minero

Las normas identificadas con expedición de años de la década de los 80, respecto al recurso hídrico, se encuentran enfocadas en el manejo de cuencas hidrográficas, lo anterior evidenciado con el Decreto 2858 (Ministerio de Agricultura, 1981) que, reglamenta las cuencas hidrográficas; así mismo, en el año de 1989 el INDERENA lidera la ejecución del primer congreso nacional de cuencas.

Ahora bien, en el aspecto minero, es el año de 1982 que inicia la operación de la mina Cerrejón (principal yacimiento de carbón en Colombia) y es en el año de 1988 que el gobierno expide el Código Minero, este último, con el ánimo de subsanar los excesivos requisitos que desestimularon la inversión en el sector, propiciando la explotación informal o de hecho, declarando de utilidad pública y de interés social la industria minera; así mismo, entre otras acciones dispone de incluir la aprobación de un Estudio de impacto ambiental, además de la ejecución del respectivo Plan de manejo ambiental (PMA), como requisito implícito al título minero para el aprovechamiento del recurso (Rettberg et al., 2014, p. 24,25).

Por lo tanto, del análisis de lo anteriormente revisado se evidencia que, en la década de los años 80, respecto a la administración del recurso hídrico y minero, el gobierno nacional obtuvo algunos avances, sin ser altamente significativos en el aspecto hidrogeológico y de establecimiento de pautas del uso del recurso para minería, ya que las normas estuvieron enfocadas tanto en la vigilancia y el control del uso, así como en la conservación, y restauración de los recursos naturales en los proyectos mineros.

6.1.3 Década de los años 90: Nueva constitución política, creación del ministerio de ambiente y principios de Dublín

En 1991 en Colombia es declarada la nueva Constitución Política (CP), conocida también a nivel internacional como una “constitución verde”, por el contenido significativo de artículos sobre el medio ambiente y su protección (Moreno & Chaparro, 2009, p. 17). La cual considera en sus Artículos 365 y 366, como fines del estado: el saneamiento ambiental y el agua potable, olvidando estipular o declarar explícitamente el derecho humano fundamental al agua, razón por la cual, actualmente no se ha desarrollado legislativamente este derecho, quedando su reconocimiento por jurisprudencia constitucional y convirtiéndose esta en la mayor herramienta, por medio de la cual se reconoce y desarrolla el derecho al agua como derecho fundamental en Colombia (Sutories & Rodríguez, 2015, p. 262).

Posteriormente en el año de 1992, es desarrollada la Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente de Dublín que, formula los principios generales, enfoques y lineamientos del Manejo integrado de recursos hídricos (MIRH) para tratar los asuntos del agua de manera sustentable y efectiva en cuanto a costos, principios conocidos como los principios de Dublín – Río, que, sirven a su vez como sustento para las recomendaciones de la agenda 21, adoptada este mismo año en la conferencia de Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo en Río de Janeiro (GWP, 2000, p. 13,14).

Colombia firma las declaraciones de la Cumbre de Río de 1992 ((Franco, 2016, p. 17), en donde es declarado el disfrute de un ambiente sano, inspirando quizás la creación del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), disolviendo al INDERENA y creando la mayoría de las Corporaciones Autónomas Regionales (Ley 99, 1993), facultando a este ministerio tanto la gestión del medio ambiente, como de los recursos naturales

renovables; así como, de definir las políticas y regulaciones asociadas a la recuperación, conservación, protección, ordenación, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación (Ley 99 [Artículo 2], 1993,).

Es en la Ley 99 de 1993, que también el gobierno crea el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y se define e impone como obligación de licenciamiento ambiental a la actividad minera, entendiéndose que la licencia ambiental es la autorización que otorga la AA competente para la ejecución de un proyecto, sujeta a la elaboración y ejecución de un EIA como requisito (Ley 99 [Artículos 49, 50 y 57], 1993).

En 1998, el IDEAM realiza la primera publicación del Estudio nacional del agua, el cual es divulgado a partir de esa fecha, cada dos y cuatro años, con el propósito de determinar por una parte la situación actual y por otra para diagnosticar posibles escenarios futuros del recurso hídrico en Colombia, considerando tanto la oferta, la demanda, la calidad y la disponibilidad, así como, el riesgo hidrológico, generando conocimiento actualizado del estado del recurso hídrico en el país (IDEAM,2010).

Acorde a lo anterior, se observa que la década de los 90 estuvo enmarcada por el impulso de una nueva CP y la creación del MAVDT junto con el cual se enmarca la exigencia del LA para la ejecución de actividades minera, reorganizando las condiciones para obtención de LA para la explotación minera, así mismo, articulando aspectos para garantizar el uso sostenible de los recursos.

6.1.4 Década de los años 2000: Nuevo código de minas, guías minero- ambientales, Cumbre de Johannesburgo y proyecto “Ley de agua” fallido

La década de los 2000, normativamente hablando se inicia con la expedición de un nuevo Código de Minas (Ley 685, 2001), correspondiendo a la herramienta jurídica con la cual se introdujo el concepto de sostenibilidad y gestión ambiental; también contempla el desarrollo de la actividad minera bajo un esquema de preparación y ejecución de sus actividades y trabajos mineros enmarcados bajo las definiciones tanto de gestión ambiental, como de costos. Así mismo, el CM corresponde al instrumento pilar y actual, bajo el cual el gobierno colombiano reglamenta la actividad minera, reafirmando la propiedad del estado sobre el subsuelo y considerando entre otros, la minería marina (Rettberg et al., 2014, p. 29,36).

Es en el año 2002, las autoridades mineras y ambiental, en cumplimiento a lo dispuesto en el CM, diseña y adopta las Guías Minero-Ambientales (Minenergía & Ministerio del Medio Ambiente, 2002), las cuales no incluyen un capítulo específico de hidrogeología o aguas subterráneas, pero sí contienen el aspecto asociado a este componente en lo siguiente (citado en su mayoría al pie de la letra):

- Ejecución de estudios hidrológicos e hidrogeológicos en la fase de exploración del proyecto minero, con toma de parámetros hidráulicos durante los trabajos de perforación.
- Evaluación del comportamiento hidrogeológico y geotécnico de las rocas para fijar los criterios que permitan diseñar los sistemas de drenaje, despresurización y estabilidad de taludes de las explotaciones.
- Consideración de la afectación de la dinámica de aguas subterráneas, como impacto potencial a ser generado durante las actividades de: construcción de infraestructura de servicios públicos, perforación y voladura, remoción de estériles y extracción del mineral.

- Ejecución de estudio hidrogeológico, de escorrentía, drenajes y nivel freático como actividad para la disposición de estériles en botaderos o escombreras, esto para las operaciones de explotación a cielo abierto.
- Disposición de obras de drenaje ante la presencia de aguas subterráneas y ante la presencia de roca susceptible a la erosión, para mejorar sustancialmente la estabilidad del talud.
- Control de las aguas subterráneas, evitando el acceso de drenaje ácido, lixiviación de metales y reactivos residuales de molienda para mantener la estabilidad química durante la operación y después del cierre de la explotación minera.
- Control de la infiltración de las aguas subsuperficiales, como medida para el manejo de los hundimientos, esto en la etapa de operación minera.
- Considerar la afectación de las aguas subterráneas dentro del panorama de riesgos y el plan de contingencias, como actividad accesoria a la actividad minera.
- Monitoreo de niveles de aguas subterráneas, de lagos o lagunas cercanas, en el cierre de operaciones en minas a cielo abierto.

En el año 2002, es expedida por el MAVDT el manual de evaluación de estudios ambientales como guía estandarizada tanto para funcionarios, como contratistas de las AA, en la evaluación y seguimiento al LA. En especial en el aspecto hidrogeológico, se evidencia el requerimiento de revisar la caracterización de este aspecto, cuando el proyecto contemple la utilización de aguas subterráneas, considerando los siguientes aspectos, citados al pie de la letra (MAVDT, 2002, p. 175):

- Características hidrogeológicas de la zona.

- Sistemas de perforación, equipos a utilizar, plan de trabajo que incluya profundidad y método de perforación.
- Localización y georreferenciación del pozo, ubicación del predio, calidad de las aguas, propiedad o contrato de servidumbre.
- Relación y ubicación de otros aprovechamientos de las aguas subterráneas en el área de influencia directa. Presentar planos.
- Descripción de la capacidad de bombeo y ubicación de los pozos en servicio y fuera de servicio en un radio de dos kilómetros al pozo solicitado.
- Identificar detalladamente las cascadas, lagos, pantanos, ciénagas y humedales naturales y artificiales significativos, que pueden ser afectados por dicho aprovechamiento.
- Se deben realizar muestreos sobre la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua.
- Analizar las medidas de manejo propuestas en ambos casos para el aprovechamiento eficiente del recurso y de acuerdo con el objeto previsto en la solicitud o en el Estudio de impacto ambiental.

Lo anterior, difiriendo de algunos requisitos ya tácitos formulados desde el Decreto 1541 de 1978, como la ejecución de la prueba de bombeo y haciendo incluyente la caracterización fisicoquímica que no había sido requerida explícitamente en las guías minero-ambientales, ni con anterioridad.

También es el año 2002, el desarrollo de la Cumbre del Desarrollo Sostenible de Johannesburgo que adoptó decisiones sobre la cooperación internacional, aumentar rápidamente el acceso a servicios como el agua potable el saneamiento y la energía (ONU, 2015, p. 2).

Como antecedente interesante, en el aspecto hídrico colombiano, se identifica en el periodo 2002 a 2006, la presentación del proyecto de ley: “Ley del agua” ante el Congreso de la

República, orientado a la reformulación de la política hídrica del país, propósito presentado hasta el primer debate (Otálvaro, 2021, p. 6), sin contar con priorización y aprobación en las tres etapas posteriores, para ser sancionado como ley, circunstancia que infiere este, como posible motivo, por el cual el país para la época del 2000 no contó con una Ley del agua.

Posteriormente, en la ventana de tiempo comprendida entre los años 2006 y 2009, se evidencia una parálisis de emisión de políticas ambientales y mineras en Colombia; siendo determinante esta década por la expedición del Código de Minas y la integración de las guías minero- ambientales como referente a seguir, para la ejecución de actividades mineras.

6.1.5 Década de los años 2010: Política hídrica nacional, plan de manejo ambiental de acuíferos, y TdR ANLA

Es hasta el año 2010, que el gobierno nacional a través del MAVDT, hoy día MinAmbiente, formula y adopta la Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico (PNGIRH), proyectada a 12 años (hoy día, a puertas de su culminación), considerando los objetivos de oferta, demanda, calidad, riesgos, fortalecimiento institucional y gobernabilidad, inicia por considerar a la cuenca hidrográfica, como unidad básica de planificación del MIRH y con lineamientos unificados para el manejo integral del agua en el país, como desarrollo de capacidad institucional, evaluación de la disponibilidad y demanda, incorporación del monitoreo y sistemas de medición, así como, la evaluación del riesgo (GWP, 2000, p. 51,54,57,58; MAVDT, 2010).

El anterior hito evidencia, entre otros, que, a la fecha de impulso de la PNGIRH, hay escaso conocimiento del potencial hidrogeológico del país. Así como, baja preparación técnica y profesional en torno a las aguas subterráneas (MAVDT, 2010), indicando un bajo nivel de

administración y planificación de este recurso, es decir una crisis del buen gobierno del agua (GWP, 2000, p. 9). Por lo tanto, con la promulgación de dicha política se establecen objetivos, estrategias, metas e indicadores para subsanar, entre otros, este escenario de baja preparación.

Así mismo, en el año 2010, el IDEAM publica el Estudio nacional del agua (ENA), en el cumplimiento de algunas metas de la recién formulada PNGIRH , usando conceptos y metodologías articulados a los ejes, estrategias y premisas de dicha Política, realizando para el recurso hídrico subterráneo una aproximación a la oferta y uso de las aguas subterráneas en Colombia, señalando la distribución del agua subterránea en las provincias hidrogeológicas existentes en el país, diagnosticando el uso del agua subterránea y la estimación de reservas de este recurso (IDEAM, 2010).

En el año 2010, el IDEAM publica la Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación, como tema de la GIRH, integrando las definiciones de los principales conceptos relacionados con la vulnerabilidad de los acuíferos, exponiendo algunas las metodologías recomendadas para su evaluación, y también la aplicación de caso, proceso orientado como apoyo a los POMCA y los Planes de ordenamiento territorial – POT, en esta guía se evidencia la incorporación de la minería (subterránea y a cielo abierto) como actividad potencialmente contaminante (Vargas, 2010, p. 6,37).

Es precisamente en el año 2010, que a nivel internacional se desarrolla la Asamblea general de las Naciones Unidas, que reconoce de manera oficial el derecho humano al agua y al saneamiento, como esenciales para el desarrollo de los demás derechos humanos, invitando a los Estados y organizaciones internacionales a realizar acciones para destinar recursos financieros, capacitación y transferencia tecnológica para suministrar de manera segura y asequible el agua potable y el saneamiento (ONU, 2015, p. 4).

Con el Decreto Ley 4131 (Minenergía, 2011), el gobierno nacional transforma la naturaleza de INGEOMINAS de establecimiento público a un instituto de ciencia y tecnología adscrito al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y modificando el nombre de INGEOMINAS por el de Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2016, p. 175). En este mismo año con el Decreto 4134 (Minenergía, 2011) es creada la ANM y con el Decreto 3573 la ANLA (DAFP, 2011b), instituciones de importancia en el aspecto minero e hidrogeológico, estudiado en el presente trabajo.

Ahora bien, es con el Decreto 1640 (MADS, 2012) reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos. Conforme a este reglamento y a los objetivo y metas de la PNGIRH, en el año 2014, el MADS emite la Guía metodológica para la formulación de Planes de manejo ambiental de acuíferos (PMAA), la cual considera un numeral especial para la caracterización hidrogeológica en proyectos mineros, indicando, lo siguiente (MADS, 2014, pp. 67–68):

- Los principales impactos esperados en la actividad minera sobre el recurso hídrico subterráneo.
- Levantamiento de una línea base ambiental del recurso hídrico para las explotaciones mineras a cielo abierto y de socavón que incluya los requerimientos de las AA.
- Caracterización a partir del Modelo hidrogeológico conceptual (MHC), como base para la generación de un modelo numérico que pueda predecir las alteraciones del comportamiento hidrogeológico frente a las acciones mineras.
- Planeación de una red de monitoreo de aguas subterráneas de la zona de influencia del proyecto minero, considerando como mínimo dos años de datos e insumos para alimentar y calibrar la modelación matemática, aspectos incidentes para el análisis y diagnóstico

profundo de los efectos socioeconómicos y ambientales de la explotación minera sobre los recursos hídricos.

De la anterior guía, se identifica que es acogida la importancia de la caracterización de impactos esperados en ejecución de la actividad minera sobre el recurso hídrico subterráneo, recomendado en las Guías minero-ambientales 2002; así mismo, integra el concepto de la modelación conceptual y numérica como elemento para predecir los mismos impactos, como también la importancia del establecimiento de una red de monitoreo para diagnosticar los impactos de la actividad minera sobre el recurso hídrico.

Ya en el año 2014 el MADS impulsa el Programa nacional de aguas subterráneas (PNASUB) que corresponde a un instrumento enmarcado en los objetivos de la PNGIRH en la cual se plantean las acciones y estrategias en los niveles nacional y regional para la gestión y evaluación integrada de las aguas subterráneas en Colombia (MADS,2014). Convirtiéndose los Planes de manejo ambiental de acuíferos (PMAA), en la herramienta más importante planteada por el MADS para la gestión del recurso hídrico subterráneo, el cual presenta falencia en la formulación de sus indicadores que no han permitido de manera adecuada poder realizar la fase de seguimiento, control y medición (Otálvaro, 2021, p. 46).

En la versión 2014 del ENA del IDEAM, se presenta para las aguas subterráneas, la evolución del conocimiento hidrogeológico en el país, enfocándose en mostrar la actualización de los 62 sistemas acuíferos reconocidos a 2014 (Otálvaro, 2021, p. 34).

Mediante Resolución 1258 de 2015, el MADS expide la guía ambiental y las fichas para diseño del PMA para las actividades de formalización de minería tradicional.

En el año 2016, la Autoridad Nacional de Licencias ambientales (ANLA) publica los TdR para la elaboración del Estudio de impacto ambiental- EIA en proyectos de explotación minera,

aplicables a los proyectos de explotación minera, definidos en el Decreto 1076, Artículos 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 (MinAmbiente, 2015) y el Decreto 1666, Artículo 2.2.5.1.5.5 (Minenergía, 2016), para el componente de hidrogeología desarrolla un capítulo en específico, requiriendo el desarrollo de los siguiente (ANLA, 2016):

- Identificar un área de influencia del aspecto hidrogeológico, considerando las investigaciones del aspecto de las aguas subterráneas de los instrumentos de los planes de ordenamiento, reglamentación y manejo aplicables al componente.
- Evaluación geológica que comprenda la unificación de las unidades geológicas y generación de cartografía de superficie del área de estudio, junto con el análisis de los depósitos de material de excavación minera (botaderos) y depósitos de relaves que deben ser analizados e integrados en el MHC, como un depósito antropogénico con características hidrogeológicas particulares.
- Ejecución de estudio geofísico representativo del área de influencia del proyecto que integre estudios geofísicos de la región con la correlación de las unidades litológicas presentes, integrando esta información con la evaluación geológica de superficie para establecer el componente geológico/geofísico, considerando en la determinación de la elaboración del MHC.
- Evaluación hidrológica que contemple con el diseño de una red de monitoreo de aguas subterráneas para la medición de niveles piezométricos durante mínimo un año hidrológico acorde al inventario de puntos de agua y en caso de no existir suficientes puntos de agua subterránea el estudio deberá contar con la instalación de piezómetros representativos en el área de estudio que garanticen la representatividad de la red de monitoreo a partir de la cual se deberá establecer el sistemas de flujo subterráneo.

- Evaluación hidráulica para realizarse empleando ensayos hidráulicos que incluyan pruebas de larga duración, representada con mapas de propiedades hidráulicas para cada unidad hidrogeológica.
- Evaluación hidrogeoquímica e isotópica ($\delta\text{DH}_2\text{O}$; $\delta_{18}\text{OH}_2\text{O}$), identificada a través de los monitoreos hidroquímicos de la calidad del agua especialmente representativos por cada unidad hidrogeológica, representados por una parte con la construcción de mapas de isoconcentraciones y con el uso de diagramas hidroquímicos, analizando la clasificación y evolución hidrogeoquímica del agua. Identificando zonas de recarga, tránsito, descarga, tiempos aproximados de tránsito mediante análisis de isótopos radiogénicos de Tritio (H_3).
- Desarrollar análisis de riesgos de toxicidad en humanos y de ecotoxicidad en ictiofauna que contemple el análisis de los metales que contemple diferentes escenarios y puedan presentarse en solución con las aguas, tanto subterráneas como superficiales debido a los drenajes de las paredes de la mina, botaderos o depósitos de relaves. De igual forma, desarrollar ensayos estáticos y dinámicos, especialmente representativos para determinar el potencial neto de neutralización para determinar la calidad de los drenajes.
- Proponer las medidas de manejo, prevención, control, tratamientos y monitoreo de los drenajes ácidos (durante y después de la explotación minera).
- El MHC deberá considerar los atributos numéricos que representen los parámetros hidráulicos, hidrológicos e hidrogeológicos, clasificación del medio existente, análisis de conexiones hidráulicas, descripción de las áreas de recarga y descarga, incluyendo su distribución superficial y subsuperficial con evaluación de la incertidumbre de los datos presentados. Así mismo, el modelo deberá estar representado gráficamente con los respectivos mapas de piezométricas, direcciones de flujo del agua subterránea y con un

bloque diagrama que presente tridimensionalmente el sistema y con los respectivos perfiles que muestran los espesores de continuidad lateral de las unidades hidrogeológicas. En este aspecto se deberá realizar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación considerando los lineamientos de la guía metodológica (Vargas ,2010). El modelo deberá contar con los límites y fronteras del área de estudio que deberán ser consideradas para la construcción del modelo numérico.

- Elaboración del modelo numérico del flujo de aguas subterráneas con la información resultado del MHC, usando modelación de diferentes escenarios (flujo actual y con proyecto minero), estimando las pérdidas potenciales de caudal de los cuerpos superficiales presentes en el área de influencia del proyecto a causas de los abatimientos de las unidades hidrogeológicas, lo anterior asociado a las cuencas o límites hidrogeológicos identificado en el MHC con análisis de sensibilidad paramétrica y calibración previa a la ejecución del proyecto.

Es también en el año 2016 que la Universidad Antonio Nariño -UAN recibe la resolución de aprobación 10924 del Ministerio de Educación Nacional para el programa de Maestría en Hidrogeología Ambiental (UAN, 2021b), conformando el único escenario académico del país que ofrece de manera específica el programa de Hidrogeología, sin desconocer que universidades como la Universidad Nacional de Colombia han formado Magíster en Geología e Hidráulica con mención en hidrogeología, contribuyendo estas dos universidades en fortalecer la formación académica e investigativa en el aspecto hidrogeológico del país.

6.1.6 Actualidad: TdR MinAmbiente, Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Con la Resolución 143 de 2017, la ANM resuelve adoptar los TdR para elaborar el PTO, así como, acoger las Guías minero-ambientales junto con sus anexos, declarando que en el programa mínimo exploratorio será el titular minero que señalará los TdR que aplicará de acuerdo con la condición específica de su proyecto y los adoptará.

En marzo de 2020, MinAmbiente expide la Resolución 446 “Por la cual se expiden los TdR para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental temporal para la formalización minera y, se toman otras determinaciones”. Así como, la Resolución 447 “Por la cual se establecen los TdR para la elaboración del EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental global o definitiva para proyectos de explotación de pequeña minería y, se toman otras determinaciones”. Enmarcando la actualidad y las acciones más recientes respecto a minería y términos de referencia, aclarando que la escala de las actividades mineras de estos últimos, son diferentes a los analizados TdR (ANLA, 2016).

Como justificación técnica y soporte de emisión de estos nuevos TdR para la formalización y pequeña minería, se señala que son impulsados previendo el aporte al cumplimiento de la agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible; así como, el cumplimiento de algunas metas del Plan Nacional de Desarrollo, en especial lo relacionado al “Pacto transversal por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades” (MinAmbiente, 2020b, p. 2)

Estos TdR (MinAmbiente, 2020), son emitidos considerando la guía ambiental y las fichas para diseño del PMA, en las actividades de formalización de minería tradicional, adoptados mediante Resolución 1258 de 2015 y buscan articular, los parámetros de cumplimiento asociados con los procesos de cierre, mitigación, compensación y prevención de

los impactos ambientales durante el desarrollo de los proyectos mineros (MinAmbiente, 2020a, p. 3)

Para la elaboración de estos últimos TdR, fue posible evidenciar el impulso de un proceso participativo para la elaboración de los mismos, en donde MinAmbiente en su página web, público con antelación a la expedición de los mismos el proyecto de los TdR, resolución y justificación técnica, para lectura del público en general e invitando a la ciudadanía en general (técnica, científica, sociedad civil, gremios ambientales y demás), permitiendo la participación para aportar comentarios, observaciones y sugerencias.

Por lo tanto, para contar con un estimativo de la evolución de normativa en cuanto a exigencia de TdR, considerando la confluencia en la temática minera y la escala nacional para la cual aplican estos últimos TdR así como los aquí analizados, a continuación en la **Tabla 6** se realiza un comparativo de estos términos en el componente hidrogeológico.

Tabla 6

Comparativo últimos TdR, respecto a los TdR ANLA, 2016

Ítem Año	TdR ANLA 2016	TdR MinAmbiente 2020
Escala de las actividades mineras	Gran minería	Pequeña minería y formalización
Antecedentes Citados y fuentes de información sugeridas	Propuesta metodológica para la evaluación de vulnerabilidad	Guía de la resolución 1258 de 2015 Información tanto del SGC, como de la AA competente Consulta del PMA de zonas de recarga
Requerimiento en el componente hidrogeológico		
Identificación de área de influencia para el aspecto	Si aplica	No lo sugiere

Ítem	TdR ANLA	TdR MinAmbiente
Año	2016	2020
Evaluación geológica. Geofísica	Si aplica	Se sugiere a nivel de línea base y como opcional con información primaria o secundaria a potestad de la AA, en caso de no existir información secundaria
Evaluación hidrológica	Si aplica	No lo solicita de manera explícita
Evaluación hidráulica	Si aplica	Se establece a nivel de inventario de puntos de agua No la sugiere, ni la solicita
Evaluación hidro geoquímica	Si aplica	No lo solicita
Análisis de riesgos de toxicidad y ecotoxicidad	Si aplica	No lo solicita
Modelo hidrogeológico conceptual	Si aplica	No lo solicita de manera explícita
Modelo numérico	Si aplica	No lo solicita
Diseño de una Red de monitoreo	Si aplica	No lo solicita
Medidas de manejo (drenajes ácidos)	Según el tipo de minería	Sugiere, la consulta de los respectivos PMA para identificar medidas en zona de recarga
Medidas de manejo en la prevención de contaminación de las zonas de recarga	No lo sugiere	Si aplica, se sugiere para cuando en la zona de estudio, presente estudios hidrogeológicos

Nota: Elaboración propia

Del comparativo anterior, se puede concluir que los TdR (MinAmbiente, 2020b), que la severidad técnica de los requerimientos es mínima respecto a los TdR (ANLA, 2016) y a los requerimientos que se han discutido para proyectos mineros expuestos en la guía para PMAA, cabe resaltar que de alguna manera MinAmbiente, consideró la escala y los objetivos de permitir a la pequeña minería acceder al licenciamiento, sin la rigurosidad exigida para los proyectos de gran minería.

Es de considerar que la escala de las actividades mineras puede ser un indicativo para el nivel de exigencia de los TdR, sin embargo, con el ánimo de esperar y obtener herramientas para

resolver conflictos para obtener una línea base adecuada y completa, es necesaria la caracterización hidrogeológica conceptual básica.

Así mismo, cabe discutir para nutrir el debate actual considerando que el gobierno colombiano no es ajeno a la implementación de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), resultantes del proceso de integración de la agenda de desarrollo del Milenio y el proceso de Río sobre sostenibilidad ambiental y, por lo tanto, discutidos en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, incluyendo el cumplimiento de los mismos, como herramienta integradora entre las agendas existentes y las políticas públicas, contando al presente con una estrategia de implementación de los mismos que contiene un enfoque multi-actor que involucra por una parte al gobierno y por otra al sector privado; así como: a la academia, a la sociedad civil y a organizaciones internacionales, entregando una serie de requerimientos específicos por actor incluyendo la generación de soluciones y conocimiento para resolver la sostenibilidad, socialización con la ciudadanía, adopción de patrones de consumo sostenibles y entre otros aspectos (Castro Pachón, 2018, pp. 5–11).

El ODS seis: agua limpia y saneamiento, se encuentra diagnosticada como un objetivo de desarrollo con mayor limitación de información, siendo un reto principal para medir el avance de este objetivo de desarrollo. Para solventar los retos y dar cumplimiento a dicho objetivo, el gobierno ha seguido ocho metas con dimensión social y la estrategia del crecimiento verde que incluye los conceptos de sostenibilidad y resiliencia con reducción de la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático (Castro Pachón, 2018, p. 24).

6.1.7 Panorama general: línea del tiempo, reflexiones y discusiones

Como panorama general, sobre cómo ha sido los antecedentes y evolución de la legislación minera y ambiental en nuestro país, es pertinente resumir con una línea del tiempo **Figura 6**, los hitos más importantes que han definido el aspecto minero ambiental e hidrogeológico para proyectos mineros en las últimas cinco décadas.

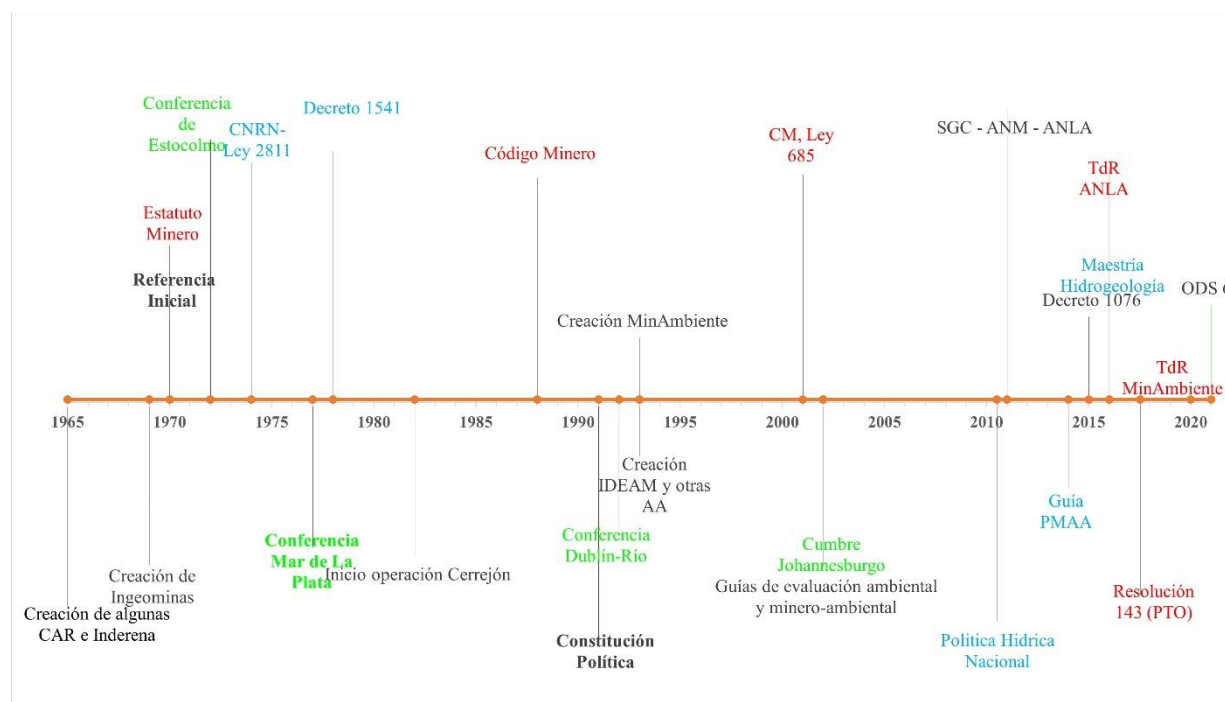
Destacándose de esta línea del tiempo, que la institucionalidad minera ambiental ha estado marcada por el CNRN y por el CM, se resalta de esta evolución el gran avance de la última década en la que se evidencia el esfuerzo y aumento en la promoción de instrumentos asociados al GIRH que de alguna manera ya sea desde el aspecto de evaluación de impacto ambiental o desde el aumento de las exigencias en la descripción de la línea base.

También se observa que la legislación ambiental en especial lo referido al CNRN y al CM, ha sido ejecutoriada luego de ocurridas las asambleas o convenciones internacionales promulgadas por las Naciones Unidas, de donde se han acogido términos como uso sostenible, GIRH, sostenibilidad, entre otras que se reflejan en las políticas ambientales vigentes; por lo tanto, la influencia internacional en la promulgación del CNRN; así como, en el CM ha sido de alta incidencia; sin embargo, se resalta la tardía integración de los conceptos de la GIRH y MIRH, promulgados en la convención de Estocolmo, 1997 y en los principios de Dublín en 1992, impulsando lineamientos asociados hasta el año 2010 en las políticas ambientales de país.

En cuanto al aspecto minero-ambiental, se resalta que la legislación colombiana ha pasado de establecer una serie de requisitos básicos que exigía a la minería en los años 70, a requerir al minero estudios sistemáticos detallados de caracterización del entorno a intervenir y la predicción de impactos esperados, es decir la política de los años 90.

Figura 6

Línea del tiempo de las normas minero-ambientales e hidrogeológicas



Nota: Elaboración propia basada en Franco, 2016.

Es a partir de la década de los años 90 que los EIA deben contar con los respectivos planes integrales de manejo ambiental, mientras que para la década de los años 2000 y más reciente, son labores del Estado la vigilancia, control y fiscalización de las actividades mineras; mencionando que conceptos como ambiente y sostenibilidad, han sido recientemente integrados a la legislación (Rettberg et al., 2014, pp. 31–32), mostrando un avance relativamente lento en relación a la gran oferta minera e hidrogeológica del país.

Por otra parte, en especial al recurso hídrico se evidencia que, pese al tardío impulso de la Política Hídrica Nacional, el gobierno se encaminó de manera ardua a conseguir las metas y objetivos allí planteados; puesto que, es a partir de la expedición de esta política que se encuentra un considerable número de instrumentos encaminados a la GIRH, aspecto relevante en el avance de la gobernanza del agua, sin embargo, la conexión de los instrumentos es poco evidente, de

modo tal que autores como (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020) han sustentado su desarticulación.

Es de resaltarse que Colombia presenta una privilegiada posición geográfica en la que tanto el recurso hídrico (RH), como minero, presenta una apreciable variabilidad en el espacio geográfico, connotada tanto por condiciones físicas como por aspectos sociales, culturales y económicos, los cuales, de acuerdo con los antecedentes consultados, no son explícitamente tenidos en cuenta a la hora de establecer las normas o políticas de la GIRH y de las normas minero-ambientales.

En la determinación del estado del arte, no se encontraron evidencias que documenten que la variabilidad geográfica que presenta el recurso hídrico subterráneo y minero, enmarcados tanto por condiciones físicas como por aspectos sociales, culturales y económicos, es tenida en cuenta a la hora de establecer las normas o políticas de la GIRHS y de las normas minero-ambientales. Por tanto, urge a la nación que en futuras actualizaciones normativas se considere articular aspectos particulares que se aprecian en el comportamiento hídrico subterráneo y minero

Con la presente investigación es documentado el estado del arte de la normativa minero ambiental de Colombia en el componente hidrogeológico, con un énfasis en los TdR para la elaboración de estudios de impacto ambiental en proyectos de gran minería, para una ventana temporal de 50 años, con la revisión de los antecedentes minero ambientales del país, aspecto ejecutado por una parte con una discusión heurística de las observaciones generales de la información revisada y por otra parte, mostrando resumidamente la evolución de dichos antecedentes con la creación de una línea del tiempo.

Los TdR, incorporaron de manera implícita en la normatividad, nuevos conceptos y exigencias como los análisis de ecotoxicidad y análisis del área de influencia del componente,

diferenciándose en el lenguaje y detalle en cuanto a los demás instrumentos comparados, sin embargo, resalta la incorporación de muchos de los conceptos de los PMAA y de otros como la puesta en marcha de una red de monitoreo.

En general los TdR muestran haber considerado antecedentes y exigencias instrumentos ya existentes, valorando esta situación como una evaluación positiva. Resaltando eso sí que, adjuntos a estos TdR y de lo más recientes propuestos para minería, no se encuentra una guía de elaboración de modelos hidrogeológicos que unifique el lenguaje y reglas en el asunto, situación que el 100% de la muestra de expertos analizada considera necesaria.

De manera específica, se identifica que desde 1974 y hasta 1993, las actividades mineras estuvieron exentas del licenciamiento ambiental, pese a que el gobierno ya había incorporado este concepto a su aspecto legislativo para otras industrias productivas. Por tanto, para este periodo es clara la intención del gobierno de incentivar las actividades mineras, con la imposición de unos requisitos básicos, dándole prioridad al concepto del interés público del desarrollo minero del país.

El Decreto 1541 de 1978 Parte III del Libro II del Decreto Ley 2811 de 1974 “De las aguas no marítimas” corresponde al primer referente normativo que regula el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en diferentes actividades productivas, sin particularizar requerimientos específicos para la actividad extractiva minera. Aún pasado más de 40 años, desde su emisión, ha transcurrido la gobernanza del recurso hídrico no marítimo sin prescindir tanto de una Ley de aguas, como del establecimiento de una entidad específica en la administración y manejo del recurso hídrico. Sin embargo, las AA como en el caso de los TdR- (ANLA, 2016)), para la ejecución de proyectos mineros hacen requerimientos adicionales y

específicos al respecto, sin que se maneje un lenguaje estandarizado para los proyectos mineros del país.

Es importante que en la actualización, derogación o reafirmación de normas participen activamente los profesionales técnicos y temáticos, así como la ciudadanía; de modo tal que, en la sanción de la norma queden plasmados, tanto aspectos jurídicos como técnicos, sociales y culturales.

6.2 Evolución de la normativa minero ambiental nacional comparación de instrumentos

La evolución normativa minero ambiental identificada hasta aquí, muestra que el gobierno nacional a través del decreto 1541 de 1978 y las guías minero ambientales y de evaluación ambiental incluyeron de una manera genérica el recurso hídrico subterráneo, sin embargo es en la última década que puso en marcha una PHNGIR que impulso la emisión de instrumentos de gestión que incluyen el recurso hídrico subterráneo, entre ellos se encuentran los TdR (2016) y los PMAA, por lo tanto considerando este panorama, se realiza a continuación en la **Tabla 7** un comparativo de los instrumentos en los que se observó sugerencia o exigencias del componente hidrogeológico para proyectos mineros, con respecto a los TdR (ANLA, 2016).

Ya en el año 2014, considerando la inserción de múltiples instrumentos tanto en la política ambiental como de GIRH, se evidencia un avance en el entendimiento del aspecto hidrogeológico de modo tal, que son insertados conceptos como MHC y modelo numérico, entendiéndose que para predecir los impactos que puede generar la actividad minera, se requieren de una serie de elementos que permitan obtener diferentes escenarios ante una actividad propuesta de intervención, lográndose esto con la modelación simplificada o matemática del

sistema, de modo tal que se requiera más que la sola caracterización hidrogeológica, situación que es también acogida en los TdR (ANLA, 2016).

Tabla 7

Comparativo de instrumentos respecto a los TdR ANLA, 2016

Ítem	Decreto 1541/ Decreto 1076	Guía minero ambiental	Guía evaluación ambiental	Guía PMAA	TdR ANLA
Año	1978/2015	2002	2002	2014	2016
Escala de las actividades mineras	Pequeña Mediana Grande	Pequeña Mediana Grande	Pequeña Mediana Grande	Pequeña Mediana Grande	Gran minería
Antecedentes citados y fuentes de información sugerida	No aplica	No aplica	No aplica	PGIRH	POT POMCAS Propuesta para la evaluación de vulnerabilidad
Requerimiento en el componente hidrogeológico					
Identificación de área de influencia para el aspecto	No aplica	No lo solicita	No lo solicita	No lo solicita	Si aplica
Evaluación geológica. Geofísica	Prospección geofísica	No lo solicita	No lo solicita expresamente	Si aplica	Si aplica
Evaluación hidrológica	No lo solicita	Si lo sugiere	Inventario de puntos de agua	Si aplica	Si aplica
Evaluación hidráulica	Requiere ejecución prueba de bombeo y relación de otros aprovechamientos	Si lo sugiere	Capacidad de bombeo	Si aplica	Si aplica

Ítem	Decreto 1541/ Decreto 1076 Año 1978/2015	Guía minero ambiental 2002	Guía evaluación ambiental 2002	Guía PMAA 2014	TdR ANLA 2016
Evaluación Hidro geoquímica	Requiere el análisis FQ*	No lo solicita	Requiere el análisis de calidad FQ	Si aplica	Si aplica
Análisis de riesgos de toxicidad y ecotoxicidad	No lo solicita	No lo solicita	No lo solicita	Si aplica	Si aplica
Modelo hidrogeológico o conceptual	No lo solicita	Sugiere evaluación del comportamiento hidrogeológico y geotécnico	Características hidrogeológicas	Si aplica	Si aplica
Modelo numérico	No lo solicita	No lo solicita	No lo solicita	Si aplica	Si aplica
Diseño de una Red de monitoreo	No lo solicita	Es sugerido, como monitoreo de niveles freáticos en	No lo solicita	Si aplica	Si aplica
Medidas de manejo	No lo solicita	pozos, lagos y lagunas cercanas	Analizar las medidas de manejo propuesta	Si aplica	Según el tipo de minería

Nota: FQ*: Físico químico. Elaboración propia.

Del anterior comparativo se evidencia que desde 1978 la norma ha exigido diferentes requisitos para el otorgamiento del aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo en la ejecución de actividades productivas, mostrando una evolución a partir del 2002, en el que se inserta el concepto de evaluación hidrogeológica, la necesidad de identificar impactos en este aspecto y realizar monitoreo a los cuerpos de agua cercanos a los sitios de intervención.

En los TdR (ANLA, 2016), se identifica como situación acertada la sugerencia del uso como referente de información y consulta de los POT, los POMCA y de la Guía para la determinación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación. Así como, la integración de

algunas de los requerimientos técnicos recomendados en la Guía metodológica para la formulación de PMAA que consideró un numeral de caracterización para minería, resalta la solicitud de red de monitoreo de aguas subterráneas para un año de monitoreo; mientras que, (MADS, 2014, p. 68)) sugiere que sea mínimo durante dos años y el establecimiento de la modelación conceptual y numérica, observándose que estos dos requerimientos, en estos TdR no son articulados de manera explícita para la misión del diagnóstico de impactos y medidas de manejo; por tanto, se evidencia pérdida de integración y enfoque que, al respecto sugería tanto las Guías minero ambientales del año 2002, como la Guía formulada en 2014.

Es de resaltar que, con la emisión de los TdR (ANLA, 2016), son articulados como requerimientos los análisis de riesgos de toxicidad y ecotoxicidad, así como los análisis de los depósitos de estériles, relaves o colas y su integración al modelo conceptual, integrándose estos nuevos conceptos a los requerimientos existentes a la fecha.

Por una parte la diferencia de requerimientos mínimos sugeridos por ANLA y MinAmbiente, muestran una articulación relativamente baja que trae consecuencias en el grado de correlación y coherencia institucional pese a que se está tratando una misma temática; es tanto así, lo citado con anterioridad que, dentro del estado del arte realizado en la presente investigación, no se encuentran evidencias de la conexión de la información evaluada en ejecución de los TdR (ANLA, 2016), con la integración de información promocionada por el mismo MinAmbiente y por entidades como el IDEAM y el SGC.

6.3 Aproximación a la normativa minero-ambiental e hidrogeológica – mirada internacional (antecedentes y actualidad)

Como referentes de carácter internacional protagonistas como antecedentes que vinculan elementos asociados al recurso hídrico y a la minería, son seguidos el contexto de las asambleas, conferencias y cumbres, asociadas al medio ambiente, desarrolladas por la Organización de las Naciones Unidas, citadas algunas en el capítulo anterior como aspectos que motivaron e influyeron de alguna manera la construcción de las normas minero-ambientales colombianas. Así mismo, en el panorama internacional, son estas asambleas, las que también motivaron la conformación de instrumentos que dieron las pautas y requisitos para realizar procesos de EIA en el desarrollo de actividades que causan impactos ambientales (AIDA), 2021, p. 5)

Estos referentes de carácter global y de influencia internacional, son resumidos en **Tabla 8**, contextualizado, la panorámica internacional respecto a la minería y al recurso hídrico de influencia, en Colombia y en otros países.

Tabla 8

Resumen de asambleas, conferencias y cumbres internacionales sobre el agua de la ONU

Año	Asambleas, conferencias y cumbres, acuerdos	Aspecto
1972	Declaración de Estocolmo	Primer documento en el derecho ambiental internacional en reconocer el derecho a un ambiente sano
1977	Conferencia ONU sobre el Agua, Mar de La Plata	Por primera vez es reconocido a nivel mundial el agua como un derecho humano
1992	Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente de Dublín-Río	Formuló los principios generales, enfoques y lineamientos del Manejo integrado de recursos hídricos (MIRH)

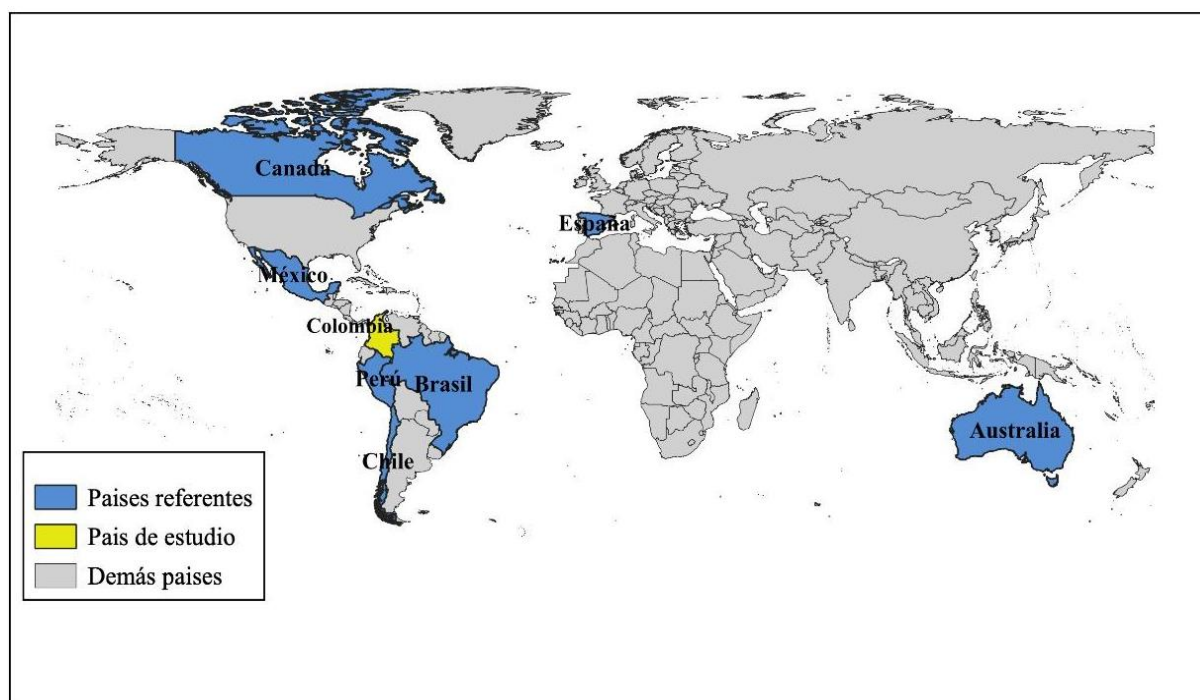
Año	Asambleas, conferencias y cumbres, acuerdos	Aspecto
2002	Cumbre del Desarrollo sostenible de Johannesburgo	Adoptó decisiones sobre la cooperación internacional, aumentar rápidamente el acceso a servicios como el agua potable el saneamiento y la energía.

Nota: Elaboración propia.

Al desarrollar el marco metodológico del presente trabajo, se identificaron las relevancias normativas del sector hídrico asociado a proyectos mineros en los países considerados de referencia (Ver **Figura 7**), lo anterior resultado de consulta en los motores de búsqueda de investigación bibliográfica o bases de datos como *ScienceDirect*, o como el índice de *Scopus de Elsevier* y *Google Scholar*.

Figura 7

Países considerados como referente internacional



Nota: Elaboración propia, apoyado en el *software* de uso libre QGIS

6.3.1 Australia

El enfoque y la experiencia de Australia, aborda los desafíos en materia de gestión del agua, con un modelo considerado como uno de los más progresistas del mundo, destacándose por capitalizar en los últimos 25 años su capacidad y fortaleza en la gestión de los recursos hídricos e integrar al sector minero con la reutilización del agua y el uso eficiente del agua, asegurando el suministro hídrico en áreas remotas y de difícil acceso (Asociación australiana del agua [AWA], 2011, pp. 2–4), pese al alto grado de variabilidad en las precipitaciones y temperaturas que se presenta en el país (Fermio & Hamstead, 2012, p. 47).

Es de importancia citar que, en la década de los años 90, a través del acuerdo del gobierno federal y sus estados territoriales conexos, los cuales son autónomos en emitir legislación específica por temática y para proyectos de interés que se manejen en cada jurisdicción, haciendo dispendioso el estudio detallado de su aspecto legislativo. El Acuerdo, también designa las responsabilidades y funciones a todos los niveles de gobierno (gobierno federal, estatal, y local), declarando entre otros, los procedimientos para la conciliación de intereses (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 14,19,20).

Sin embargo, se resalta que, el país en esta década comenzó un proceso de reforma nacional del agua, que ha resultado en un aumento de la productividad mayor al 50% y a una que está entre las mejores del mundo industrializado (AWA, 2011, p. 4). Dentro de los procesos de reforma nacional dado en la década de los años 90, se destacan, el acuerdo intergubernamental sobre el medio ambiental, que incluye elementos que han sido considerados en el rol del agua, como consideraciones económicas y ambientales, así como la integración del principio de precaución, que busca equidad para las generaciones.

La década de los años 2000, influenciada por la denominada sequía del milenio, actuó como incentivo para continuar con las reformas del agua. Durante 2004–2006, el *Commonwealth* junto con los estados y territorios, firmaron la Iniciativa Nacional del Agua, que consideraba cláusulas sobre derechos de agua, mercados y comercio del agua, precios del agua, gestión ambiental del agua, contabilidad del agua, agua urbana, y la participación ciudadana. Situación que conlleva a la implementación de unas pautas de reciclaje, desalinización del agua (incluidas las pluviales) y el aumento del agua potable, con el establecimiento de plantas avanzadas de agua reciclada purificada para reutilización como: potable indirecta, agrícola con agua reciclada, industrial (incluye el uso para labores mineras), para uso recreacional y reposición de agua subterránea (Radcliffe & Page, 2020, p. 19,30).

En la década de los años 2010, disminuye la necesidad del uso de las plantas desalinizadoras implementadas en la década anterior, las represas alcanzan los niveles óptimos; por tanto, los estados enfocan sus esfuerzos en la regulación de precios que coadyuven a recuperar las inversiones realizadas en los robustos sistemas de reciclaje y desalinización del agua.

En el año, 2020 la ley del agua recibe Acreditación del Plan de Recursos Hídricos del Territorio de la Capital Australiana (aguas subterráneas) articulado al plan de cuenca, proceso que muestra cómo el modelo de gobernanza del recurso hídrico se encuentra integrado con otros instrumentos y con sus leyes antecesoras, evidenciando una constancia y continuación normativa que, permite el control del recurso en el tiempo (Agricultura, 2020).

Para el sector del agua, el gobierno australiano tanto estatal como territorial, actualmente es el principal responsable en establecer las directrices políticas y de inversión que se ejecuten dentro de sus fronteras, todo en un marco sólido de gobernabilidad, que incluye la innovación

tecnológica en productos, servicios y soluciones para enfrentar los desafíos concernientes a la gestión del agua (AWA, 2011, p.3, 4, 8).

Así mismo, como requerimientos ambientales y regulatorios que el sector minero australiano debe cumplir, se encuentra el impulso en la innovación para la gestión del agua en la actividad minera, considerando la planificación, el tratamiento de agua, la gestión del recurso hídrico en la mina, la reutilización, la desalinización, la detección remota junto con el monitoreo (AWA, 2011, pp. 4-8,31).

Son compromisos de la minería para la gestión del recurso hídrico, entre otras, las siguientes (Fermio & Hamstead, 2012, p. 2):

- Licencia de interceptación de agua en las actividades mineras
- Uso regulado de los excesos de aguas
- Los usos para minería presentan las mismas regulaciones respecto a otros usuarios del agua
- Contabilidad del agua
- Los datos relacionados con el agua en poder las empresas y las agencias mineras son dispuestos al público para permitir la evaluación de los efectos acumulativos
- Cuando las actividades mineras acceden a agua de baja calidad, los regímenes de planificación del agua deben ampliarse para abarcar estos recursos.

La planificación de la asignación de agua contemporánea en Australia se ocupa principalmente del suministro de recurso hídrico para las necesidades del ecosistema y el patrimonio cultural y la gestión de los derechos del agua. Hasta la fecha, la planificación de la asignación de agua se ha centrado principalmente en compartir el agua en sistemas de aguas

superficiales y subterráneas que actualmente están sobre asignados o sujetos a altos niveles de extracción ((Fermio & Hamstead, 2012, p. 47).

Cuando las minas deben tomar agua, pueden solicitar un derecho de agua como cualquier otro usuario de agua y están sujetas, en principio, al mismo proceso de evaluación y toma de decisiones. Por lo general, las minas se consideran de alto riesgo y las empresas mineras deben proporcionar datos, modelos y evaluaciones mucho más rigurosos de los posibles impactos, así como medidas propuestas para abordarlos, en comparación con otros usos del agua (Fermio & Hamstead, 2012, p. 47).

En los sistemas de agua totalmente asignados, el gobierno australiano ha tomado la decisión de no emitir más derechos de agua, generalmente para proteger la integridad de los derechos de agua actuales y los valores ambientales. Cuando se requiere un derecho para tales sistemas, generalmente el gobierno requiere el intercambio o la transferencia de un derecho existente de un poseedor existente a la parte que busca acceso (o acceso adicional) al agua en el sistema. En tales casos, las empresas mineras y otros usuarios del agua pueden experimentar dificultades si los mercados no funcionan, lo que suele ser el caso, en particular para los sistemas de aguas subterráneas (Fermio & Hamstead, 2012, p. 47, p.51).

Estos antecedentes de gobernanza del agua, evidencian la importancia de tener normas específicas por estado que consideren particularidades de las regiones; así mismo, demuestra la existencia de un sistema de GIRHS considerando de manera clara la oferta y la demanda como indicador para otorgamiento de una autorización de uso del recurso y el enfoque de esta gestión basada en los impactos, en donde las exigencias para la mitigación de los mismo, son altos como la desalinización del agua y el reciclaje del agua. Así como, la exigencia de integración del sector minero a generar estándares de mejoramiento del uso eficiente del agua asociados a la

reutilización del agua, tratamientos para sus actividades y monitoreo al recurso, como aproximación a un modelo exitoso de gestión del recurso hídrico en la minería.

6.3.2 Brasil

Las políticas ambientales en Brasil (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020), se encuentran enmarcadas en la forma de gobierno federal que prima en el país, la cual faculta de cierta autonomía y descentralización a sus unidades federativas o estados; por lo tanto, es posible encontrar normas particulares en cada unidad federal, las cuales se ejecutan, sin perder su conexión, representada ya sea por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos para la reglamentación del recurso hídrico (RH), o por la Secretaría Nacional de Seguridad Hídrica y la Agencia Nacional de aguas para el caso de la ejecución de las políticas públicas del RH. Destacándose la participación de un apreciable número de instituciones del orden estatal y federal en la gerencia del RH y en la garantía de participación de los diferentes actores, esto último al articular el ministerio público.

Con este panorama, para el caso colombiano, se identifica una evidente diferencia en la funcionalidad centralizada y unitaria de las políticas ambientales en Colombia, que son únicas y de cumplimiento nacional, sin encontrarse normas particulares para los departamentos o municipios. Las políticas ambientales para el caso del RH se encuentran bajo la dirección del MinAmbiente que administra además de la gestión del RH, la gestión ambiental general del país, enmarcando otra diferencia respecto a la política ambiental de Brasil, en la cual es posible encontrar organismos y agencias el orden nacional que se ocupan exclusivamente de la gestión del RH.

En particular las políticas del RH en Brasil son iniciadas desde 1934 con un código de aguas y continuadas en 1978 con la creación de un comité especial de Estudios integrados de Cuencas Hidrográficas; así mismo, la sanción de la Política Nacional para la GIRH (Ley 9.433) es ejecutada en 1997, acción realizada en Colombia hasta el año 2010, indicando una diferencia de 13 años en tomar acción sobre una misma política, sin antes resaltar que a la actualidad, Colombia no cuenta con un código de aguas. Además, es de acotar que, en las dos últimas décadas, Brasil ha contado con la creación de la Agencia Nacional de Aguas (Ley N°9.984) y con la creación de al menos tres comités asociados a la gerencia del RH a nivel estatal, enmarcando a las políticas de la GIRH de Brasil, como un sistema maduro y participativo (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020).

Respecto al otorgamiento de concesiones de aguas subterráneas en Brasil, se observa que son competencia exclusivamente estatal, mientras que las concesiones de aguas minerales junto con la explotación de minerales son jurisdicción del Departamento Nacional de Producción Mineral (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020). Para el caso colombiano, este otorgamiento corresponde a la Autoridad Ambiental, siendo los proyectos mineros de gran escala, jurisdicción de la ANLA.

Ahora bien, en cuanto a la emisión de TdR para la elaboración de los EIA, usualmente las agencias ambientales formulan los términos de referencia acorde a las declaraciones de impactos y particularidades indicadas previamente para el proyecto; por lo tanto, es notable que, con anterioridad a la elaboración de EIA, existe una interacción de las agencias ambientales con el proyecto. Para el caso colombiano la gran minería, es la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) quien expide de manera general los TdR para la presentación del EIA; sin embargo, es conocido que, para algunos proyectos de interés particular, la entidad se ha

pronunciado con emisión de términos particulares, siendo de interés mencionar que cada Autoridad Ambiental está facultada para establecer sus propios TdR.

Así mismo, la evaluación y aprobación de los EIA son competencia de una agencia ambiental ya sea adscrita a nivel federal, estatal o local, siendo el instituto Brasileño de Medio Ambiente y Recursos Naturales Renovables la del nivel federal (Grigoletto Duarte et al., 2017) que administra los proyectos asociados a costa afuera, asuntos nucleares y otros; mientras que, los proyectos de carácter estatal son manejados por agencias ambientales estatales y los proyectos de carácter local, son evaluados por los gobiernos locales, siguiendo los procedimientos definidos por la normativa nacional, esto sin eximir el manejo normativo complementario por parte de los estados (GWP, p. 68).

Por consiguiente, se resalta como característica de la política ambiental brasileña, la articulación del ministerio público o fiscalía en los procesos de licenciamiento, los cuales actúan como protectores de los intereses del medio ambiente, consumidores y de las minorías, en ocasiones litigando en contra del proyecto, convirtiéndose en un actor importante y diferencial de la política ambiental brasileña (Grigoletto Duarte *et al.*, 2017), resaltando que el sistema de la GIRH en Colombia, ha sido considerado en etapa temprana de desarrollo, conectado fuertemente con la gestión ambiental y limitada respecto a la participación social (Murillo-Bermúdez & Abreu, 2020).

Para concluir, se considera que no es viable la comparación de los TdR de EIA de Brasil, con los de Colombia, puesto que la práctica de emisión de TdR particulares o específicos por proyecto por parte de las entidades ambientales, no permite tener un punto de referencia general.

6.3.3 *Canadá*

La regulación del agua en Canadá, se encuentra enmarcada por la división de competencias que derivan del sistema federal de gobierno, el cual ha otorgado funciones en este aspecto a las provincias, según las consideraciones de la Ley Constitucional de 1867 y siguiendo las instrucciones de las decisiones de la Corte Suprema de Canadá que, básicamente delega por una parte al gobierno federal del manejo de las relaciones internacionales, así como la relación de los recursos hídricos compartidos en los países limítrofes, la titularidad para vastas superficies, la competencia penal derivada a la contaminación del medio ambiente en general, y por otro lado, le otorga a las provincias la competencia legislativa en materias de tierras públicas, la titulación sobre las tierras, minas, minerales naturales y los cánones o rentas derivados de ellos; así mismo, es jurisdicción de las provincias los lechos y riberas de cursos de agua (Pastorino, 2012, pp. 163–164)

Canadá, es referente internacional de inclusión y reconocimiento del rol del agua en sus leyes y principios políticos, presentando dentro de la lista de sus Leyes, varias promulgaciones, tales como: el Acta de Protección de Aguas Navegables; Regulaciones de mejoramiento de ríos internacionales y otros; el Acta de Protección de Aguas Navegables, impulsada en 1970 que incluyela implementación de programas de gestión de calidad de agua, ejecutados por las agencias de gestión de calidad del agua, restaurando, preservando y mejorando áreas asignadas (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 9).

En 1985, el parlamento federal dictó la ley del agua concretamente vinculada a su calidad y al control de la contaminación (Pastorino, 2012, p. 164). Mientras que, hacia el año de 1990 y bajo el paraguas del acuerdo de libre comercio con Estados Unidos y México, realizaron convenios para transportar agua a granel fuera del territorio de Canadá (Pastorino, 2012, p. 167).

Así mismo, en 1992 Canadá suscribe un acta de Evaluación Ambiental o un acuerdo Intergubernamental sobre el Medio Ambiente que apunta a asegurar que los efectos ambientales de proyectos sean considerados cuidadosamente. El acta, establece acuerdos entre el Gobierno Federal y las provincias para la gestión de cualquier tipo de agua, donde haya un interés nacional significativo. De la misma forma, el gobierno solicita informe al parlamento sobre las operaciones realizadas bajo el acta por año fiscal, (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 15,20).

En el año 2001, Canadá se convierte en referente minero ambiental para Colombia, con el apoyo de la Cooperación Técnica Internacional de Canadá (CERI – COLOMBIA – CIDA) para la construcción de las guías minero-ambientales, como lo documenta (MAVDT, 2001).

Actualmente la Agencia de evaluación ambiental de Canadá, cuenta con un Programa de Financiación para apoyar la participación pública y de pueblos indígenas en los EIA. El programa proporciona fondos limitados para ayudar a las personas y las ONG a preparar y participar en las evaluaciones y para ayudar a las comunidades indígenas a prepararse para las consultas de EIA (AIDA, 2021, p. 12).

6.3.4 Chile

La gobernanza del sector hídrico de Chile se encuentra representada por el Código de aguas, expedido en 1981, que a su vez corresponde al primer modelo mundial de “libre mercado” para el agua; es decir, los derechos de acceso a este recurso son de carácter privado, entre otros considerando que la Constitución Política de la República de 1980, no contempló aspectos especiales respecto al acceso al recurso hídrico.

Ahora bien, cabe señalar que, en el año de 1983 el gobierno chileno expide el Código de Minería que dio vía libre al uso de este recurso en las actividades mineras, denominado Aguas del Minero, esto en aras de favorecer el crecimiento económico y su plan de desarrollo que impulsó la inversión extranjera y la gran minería. Desconociendo los derechos de uso para los pobladores y las comunidades indígenas (Moreno & Chaparro, 2009).

En Colombia, el código de minas análogo al código de minería chileno es sancionado en 1987 y en el año 2001, representando en este aspecto una diferencia significativa de 18 años en cuanto a la expedición de una política análoga si se considera el CM de 2001, realizándose también otra diferencia en cuanto el acceso al recurso hídrico para uso en proyectos mineros, en el cual para el caso colombiano no es de vía libre y se encuentra limitado a la disponibilidad del mismo, luego del uso para el consumo humano.

Es hasta 1994 que el gobierno impulsado por cambios democráticos expide una Ley del medio ambiente y una Ley Indígena; lo que se traduce en reclamaciones de territorio y derechos al acceso al agua por parte de muchas comunidades indígenas, conflictos que en general Chile sabe lidiar (Moreno & Chaparro, 2009).

Para el año 2000 Chile es referente internacional que cuenta con experiencia exitosa en la implementación de los subsidios locales en agua potable y saneamiento, situación adjudicada a los esfuerzos conjuntos y a las capacidades institucionales generadas por el gobierno junto con las municipalidades y las empresas de agua (Moreno & Chaparro, 2009).

En 2012, el gobierno de Chile, publica la guía para el uso de modelos de aguas subterráneas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, instrumento comparable con el aspecto hidrogeológico de los TdR-(ANLA, 2016), considerando que para Colombia a la actualidad no existen un documento análogo en la elaboración de modelación hidrogeológico para los EIA.

Dicha guía, presenta los contenidos mínimos que deben acompañar la modelación de aguas subterráneas y que consideran tanto los evaluadores, como quienes elaboran las modelaciones, contemplando los siguientes aspectos (Gobierno de Chile *et al.*, 2012):

- Ejemplos de códigos y software recomendados según tipo de flujo y aplicación práctica, para ejecutar en la elaboración de los modelos.
- Instrucciones para identificar la complejidad, objetivos e información requerida para ejecutar un modelo de aguas subterráneas.
- Listado de fuentes y base de datos que pueden ser consultadas, para la ejecución de la modelación.
- Flujogramas de elaboración de los estudios multidisciplinarios que componen la modelación hidrogeológica (geología, hidrología, e hidroquímica).
- Lista de chequeo de información mínima que debe contener el modelo conceptual y guía particular para la elaboración de este.
- Guía particular para el desarrollo del modelo numérico que incluye un referente técnico y consejos básicos para seleccionar límites del dominio, retícula, condiciones de borde y cuándo aplicarlo, condiciones iniciales, asignación de parámetros, observaciones para ajuste del modelo y listado sugerido de información requerida para la elaboración del modelo numérico. Calibración y análisis de sensibilidad y sugerencia de presentación de los resultados.

La gran minería en Chile actualmente presenta alta incidencia en su desarrollo económico y cultura, sin embargo, el modelo de libre mercado que representa el Código de aguas hoy día presenta propuesta de reforma y modificación que incluye el reconocimiento de uso privilegiado para consumo humano, agricultura y para las comunidades indígenas, esto impulsado por el

reconocido estallido social acaecido a finales del año 2019 e inicios del año 2020. El Código de Aguas chileno, como modelo de gobernanza, refiere la importancia de generar frecuentes actualizaciones y normativas que incluyan la dinámica de disponibilidad del recurso, la dinámica económica y cultural.

6.3.5 España

El territorio español presenta una alta variabilidad espacial en sus aspectos de hidroclimatología, comprendiendo áreas húmedas a áridas, con un alto porcentaje de población e industrias que incluyen una abundante agricultura basada en el riego, lo que conduce a una alta demanda del agua que exige buena gestión del recurso hídrico, (Llamas *et al.*, 2015)

Tanto la historia de la hidrogeología y el desarrollo de la gestión de las aguas subterráneas en España ha sido estudiada en múltiples ocasiones por autores como Custodio desde el año de 1975 y Martínez Gil en 1991. Destacándose el auge del uso de las aguas subterráneas a manera de fuentes de agua dulce a partir de los años 60 resultando por una parte que se considerará el año de 1965 como el punto de partida de la hidrogeología científica en España que involucra la creación de los primeros posgrados internacionales especializados en hidrogeología y las primeras asociaciones de hidrogeólogos. Así mismo, es en 1975 la creación de la primera comunidad de usuarios de aguas subterráneas (Llamas *et al.*, 2015).

Posteriormente en 1985, es impulsada la ley de agua española que estipula el pago de tarifas, por el uso u ocupación de cauces y lechos y embalses en cauces públicos. También se establecen cargas por contaminación. Así mismo, esta Ley considera la participación de usuarios en autoridades de cuencas y, a través de ellas en el Consejo Nacional de Recursos de Agua;

representantes de usuarios, comunidades locales y la administración central, dichos usuarios también participan a nivel de campo (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 23,37).

La ley de agua de 1985, es la primera que sustituye la ley de agua establecidas desde 1879 que permitirá un régimen público para aguas superficiales y un régimen privado para las aguas subterráneas, sistema con pocas restricciones legales sobre la propiedad privada que entra a regular la nueva ley de aguas al declarar que todas las aguas incluidas las subterráneas se incluirían en el dominio público delegando en el estado la responsabilidad de la gestión de las aguas subterráneas (Llamas *et al.*, 2015).

Como primeros instrumentos en la gestión del recurso hídrico subterráneo en 1986 el gobierno español, crea un registro de aguas público y un catálogo de aguas privadas y constituye como imposición legal a todos los propietarios la inclusión de pozos en el registro o en el catálogo, situación citada como no exitosa ya que dicha actividad superó la capacidad técnica y operativa de los gobiernos involucrados en dicha labor. Este escenario fue llevado a los años de 1995 y 2001 con otros nombres e iniciativas para la actualización del registro y del catálogo de aguas subterránea, obteniéndose hoy en día un significativo registro de pozos, pero con una gran mayoría sin registro, coexistiendo actualmente las aguas subterráneas públicas y privadas en conflicto, limitado entre otros por la falta de fondos y de personal capacitado en la mayoría de las autoridades del agua (Llamas *et al.*, 2015).

El sistema legislativo actual de España se encuentra adaptado a las normas generales de la Unión Europea (UE) por ser un estado miembro de la misma, en cuanto al RH se encuentra bajo la directiva marco del agua de la UE del año 2000, situación que motivó la modificación de la ley de aguas de 1985, resaltando la importancia del dominio público del RH, basado en el sistema

de concesiones de alta relevancia para el abastecimiento urbano y para riego (Llamas *et al.*, 2015).

De forma similar al caso australiano, la GIRH en las últimas dos décadas ha estado marcada por alternativas como la desalinización de agua de mar; reducción de la salinidad del agua subterránea salobre, reutilización de agua usada y construcción de pozos de sequías que son proyectados, construidos y operados por las mismas autoridades del agua (Llamas *et al.*, 2015).

España, actualmente sufre de explotación intensiva de aguas subterráneas que han permitido el impulso del desarrollo económico y social basado tanto en la agricultura, como en el turismo, actualmente el modelo de GIRH español no ha permitido la preservación y expansión del mercado del agua en España, esto motivado entre otros, por los subsidios que permiten el desarrollo excesivo de aguas subterráneas; sin embargo, la directriz de manejo de agua de la UE ha impactado positivamente en el aspecto de la identificación de las masas de agua subterránea, así como en la evaluación de la salud ecológica del agua para ser integrada en los respectivos planes hídricos (Llamas *et al.*, 2015).

6.3.6 México

Las políticas de la ley de aguas de México de 1992 incluyen la preservación de la calidad del agua y la promoción de un desarrollo sostenido en el tiempo (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 27). En México, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es el órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo encargado de la gestión del agua en México (Instituto Geológico y Minero de España [IGME], 2019).

La Ley de agua mexicana de 1992, ha creado un sistema de derechos de agua, registro y transferencia, con la visión de promover la seguridad y la estabilidad en la gestión y el uso del

agua (Solanes & González-Villarreal, 1997, p.11, 27). La ley de agua mexicana refleja esta dimensión de la legislación de agua a través de la regulación del uso y desarrollo de los recursos de aguas nacionales, la protección y gestión del suministro de agua. Algunos estados cuentan con Comité Técnico de Aguas Subterráneas, integración de la participación en el MIRH implementando decisiones regulatorias bajo consensos (GWP, 2000, p. 18).

La Ley de agua mexicana, es la encargada de velar por el aprovechamiento de aguas tanto superficiales, como subterráneas. Así mismo, mediante esta Ley son establecidos pagos por descargas en los cuerpos de agua y se permite las transferencias de agua, sujeta a autorizaciones administrativas dependiendo de los impactos sobre terceros y al ambiente, si dicha transferencia no genera tales impactos, o no cambiará las condiciones del título original, o si existieran acuerdos regionales que lo autorizan, los derechos de agua podrían ser transferidos registrándose en el registro público de derechos de agua, acorde a transferencias establecidas por regulaciones regionales, que a su vez son establecidas por la Comisión Nacional de Agua (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 32,36).

Comparado el anterior aspecto normativo con el caso colombiano, se identifica que en Colombia no existe específicamente una ley del agua, sin embargo, las funciones principales de regular el uso del recurso, se encuentran inmersas en el Decreto 1076. Así mismo, se resalta que para el caso colombiano no existe un órgano con función específica de administrar, y gestionar el uso consuntivo del agua, situación que marca la diferencia en la forma de gestionar el RH.

6.3.7 Perú

La Década de los años 70 de la normativa peruana, es precedida por la implantación de un modelo económico, basado en la sustitución de las importaciones y en la promoción de la

producción estatal, situación que dio pie a la implementación de la Ley General de Minería en 1971, la cual da fin a los incentivos al capital extranjero en la explotación, refinación y comercialización de minerales, convirtiéndose la inversión estatal la más importante (Moreno & Chaparro, 2009, p. 40).

Mientras que, en la década de los años 80, el país vuelve a un régimen democrático, promulgando una nueva Ley Minera, cuyos resultados no fueron positivos en la inversión privada minera, con deterioro de la rentabilidad minera a finales de esta década. Al inicio de la década de los años 90, con la aprobación del Decreto- Ley se promueven las inversiones en el sector minero, el país incorpora elementos de gestión ambiental como los EIA, programas de adecuación y manejo y auditorías ambientales externas, atrayendo capital extranjero. En 1992 es promulgada La ley general de minería (TUO) (Moreno & Chaparro, 2009, p. 40).

En tanto, en 1993 es creada la Constitución Política del Perú que dispone por una parte en el artículo 66 que los recursos renovables y no renovables son de la nación y, por otro lado, indica en el artículo 67 que es función del estado promover la política ambiental, eso incluye el uso sostenible de los recursos naturales (Constitución Política del Perú, 1993, p. 46). Ya en el 1994 con la Ley 26410 es creado el Consejo Nacional del Ambiente, el cual es el encargado de formular y dirigir la política nacional ambiental concordante con las políticas económicas y sociales del país y a lo dispuesto en la CP (Moreno & Chaparro, 2009, p. 40).

Perú al año 2009, es considerado como el cuarto productor de zinc y de plomo, el séptimo en producción de cobre y el octavo productor del oro en el mundo, con mercado en el exterior; por lo tanto, el sector económico de la minería aporta al producto interno bruto del país. Es de interés citar que la actividad minera es realizada muchas veces en zonas alejadas que no presentan actividades productivas adicionales, situación favorable en cuanto a conflictos, sociales y

culturales. Sin embargo, la economía peruana presenta un bajo índice de uso de mano de obra, situación que acentúa los problemas sociales (Moreno & Chaparro, 2009, p. 5,39).

Ya hacia la actualidad, en el año 2017, el congreso de la república del Perú promulga la Ley de reforma constitucional reconociendo el derecho de acceso al agua como derecho constitucional, priorizando el consumo humano sobre otros usos y declara el manejo sostenible del agua, constituyendo un bien público y patrimonio de la nación, con dominio inalienable e imprescriptible (Congreso de la República del Perú, 2017).

Así mismo, en 2019 es declarada la Ley 30989 que declara el interés nacional y la necesidad pública de la implementación de la siembra y cosecha de agua, tomando en consideración la GIRH, articulando diferentes acciones promovidas en la Ley de los recursos hídricos (Congreso de la República del Perú, 2019).

La CEPAL, confluyen en indicar que ha sido un común denominador en la normativa minera de los países de AMLA y el Caribe, la aplicación de conceptos tales como los principios de precaución, la participación ciudadana, el derecho a la información y la educación ambiental; integrando conceptos de daño, las reparaciones y los pasivos ambientales mineros. Entendiéndose que dichas normas han recurrido a la aplicación de instrumentos de gestión como los estudios y las declaraciones de impacto ambiental, como lo aplica la normatividad en Chile (Moreno *et al.*, 2009).

6.3.8 Panorama general y discusiones referente internacional

Del estado del arte referente internacional, se evidencia que, en otros países como Brasil, los trabajos análogos al presente son recurrentes, con publicación en editoriales técnicas asociadas al medio ambiente; mientras que, en el estado del arte para Colombia, se identifica

poca participación técnica con algunos trabajos análogos, asociados a los EIA en escuelas de derecho y sociología.

Acorde a los referentes internacionales consultados, no se evidencia influencia marcada de algún país en particular, pero sí de las asambleas internacionales, de las cuales se heredaron la implementación de algunos conceptos y políticas como la PGIRH, entre otras.

Comparando el panorama internacional con el caso colombiano, se tiene que en Colombia se presenta baja participación en la elaboración de estudios históricos y de gestión de las aguas subterráneas, refiriéndose aquí como estudios cercanos el realizado por (Otálvaro, 2021); así mismo, respecto a oferta de programas especializados en hidrogeología se identifica un avance prematuro, siendo la maestría en hidrogeología ambiental de UAN el avance nacional significativo en el tema, programa que no supera los 10 años. Caso parecido a la asociación de hidrogeólogos que a la fecha no supera los 20 años; por lo tanto, se concluye que en Colombia el estudio del componente hidrogeológico es un aspecto en maduración, que puede servir de referencia a países que se encuentran iniciando en la gestión ambiental y del recurso hídrico como Panamá y Bolivia.

En general, del estado del arte internacional, se identifica de los países de referencia que en la mayoría el recurso hídrico es de dominio público, en donde los derechos de uso de agua otorgados a públicos o privados son protegidos bajo las disposiciones de una constitución nacional y en caso de países federales, constituciones estatales o provinciales (Solanes & González-Villarreal, 1997, p. 27).

Es importante agregar a la información consultada y analizada anteriormente, una síntesis comparativa de aspectos como: existencia de una ley de aguas o código de aguas, declaración de bien de uso público, política hídrica nacional, existencia de una entidad específica en el manejo,

entre otros, como se muestra a continuación en la **Tabla 9** permitiendo visualizar de manera rápida como es el panorama nacional respecto a los referentes internacionales consultados.

Tabla 9

Comparativo de aspectos evidenciados en la consulta bibliográfica de los países de referencia con Colombia

Aspecto	Colombia	Australia	Brasil	Canadá	Chile	España	México	Perú
Ley de aguas/Código de aguas	No	Capital y regiones	1934	1985	1981	2000 (UE)	1992	2009
Política hídrica nacional/Plan nacional de RH	2010	Capitales y regiones	1997	Capital y regiones	2012	Capital y regiones	Si	No
Entidad con manejo específico del RH	No	Comisión Nacional del Agua	ANA	---	DGA	---	CONAGUA	Si
PNASUB	2014	Si	2002	Si	--	Si	1997	NO
Participación de entes fiscales del estado en el licenciamiento	No	No	Si	1992 (EA)	No	---	2015	2015
Comité de usuarios de aguas	No	---	1997	Si	OUA	Si	Si	---
Financiación de la participación o subsidio de agua	No	---	No	Si	No	Si	Si	---
Políticas de gestión del agua en la mina: reutilización y desalinización.	No	Si	---	Si	Si	---	No	No

Nota: ANA: Agencia nacional de aguas y saneamiento básico. CONAGUA: Comisión nacional de agua. EA: Aspecto adjunto a la evaluación ambiental. DGA: Dirección general de aguas. OUA: Organización de usuarios del agua. UE: Adscrito a leyes de la Unión Europea. (---) Aspecto sin identificar para el país consultado. Elaboración propia, con base a las referencias bibliográficas consultadas para cada país.

Respecto a la síntesis anterior es claro que, para el caso colombiano respecto a diferencias con otros países, se encuentra la existencia de una ley o código de aguas, la existencia de entidades dedicadas al manejo específico de los recursos hídricos, inclusión de la fiscalización

en el proceso de licenciamiento ambiental, la integración de comités de usuarios del agua desde la legislación, junto con políticas asociadas a la reutilización del agua y desalinización en la industria minera.

6.4 Resultados y discusiones visión de expertos – Gestión del conocimiento

La visión de expertos implementada en el presente trabajo de investigación es determinada con la aplicación de un cuestionario enviado entre el 17 de marzo de 2021 al 17 de mayo de 2021, a manera de petición a 110 direcciones electrónicas (ver Anexo C - Base de datos de control de solicitudes enviadas) asociadas a sectores en los que se encuentra población experta en el tema. Por lo tanto, le corresponde a esta cantidad de peticiones, la expectativa máxima de respuesta es decir el 100% de muestreo esperado.

De las solicitudes enviadas, como caso especial, la ANLA, contestó a la solicitud de diligenciamiento del cuestionario de manera particular, indicando que como ente sobre el cual recae la aplicación directa de los respectivos términos, no puede participar en el diligenciamiento de la encuesta. Así mismo, ASOCARS responde que no cuenta con profesionales afines que puedan resolver el citado cuestionario (respuestas que se pueden ver al detalle en el **Anexo D**) y otra entidad importante de la cual no se tuvo participación corresponde a la Asociación Colombiana de Hidrogeólogos de lo cual no se cuenta con respuesta.

En total, se obtuvo el 34,5% de participación respecto al 100% esperado, con la solución de 38 cuestionarios (ver **Anexo E** – Consolidado de respuestas de los expertos al cuestionario), diligenciados por el mismo número de expertos, acotando que dos participantes adicionales no autorizaron el tratamiento de datos, por lo tanto, no se les habilitó proseguir con el diligenciamiento del formulario.

6.4.1 Resultados de la caracterización de la población experta consultada: Sección A del cuestionario

La caracterización de la población experta consultada es realizada a continuación con la observación, proceso y análisis de las respuestas a las preguntas de la sección A del cuestionario (ver **Anexo F** – 1 Base de datos y proceso de la información de la sección A del cuestionario), resueltas por los 38 expertos que conforman la población entrevistada de la presente investigación. A quienes, se indaga respecto al sector o gremio, entidad y cargo que desempeñan en la entidad que representa, obteniéndose los resultados consolidados de la **Tabla 10**, en donde también se incluye el número de respuestas obtenidas por sector, así como el número de respuestas impulsada por entidad y los cargos que presentan la población de expertos consultada.

Tabla 10

Sector, entidad y cargo que representan los expertos consultados

Sector	Total, de respuestas por sector	Entidad	N° de respuesta por entidad	Cargo que presenta el experto	N° de Respuestas por cargo
Académico	7	U Área Andina	1	Docente Cátedra	1
		UAN	4	Estudiante de Maestría	4
		UPTC	2	Director de Escuela	2
Consultoría	3	HGM Consultores		Gerente empresa de	
		SAS	1	consultoría	1
		Independiente	1	Profesional independiente	1
		INGETEC	1	Profesional de consultoría	1
Gremio asociado a la minería	1	CCRR	1	Secretaría	1
		ANM	2		
		CAM	1		

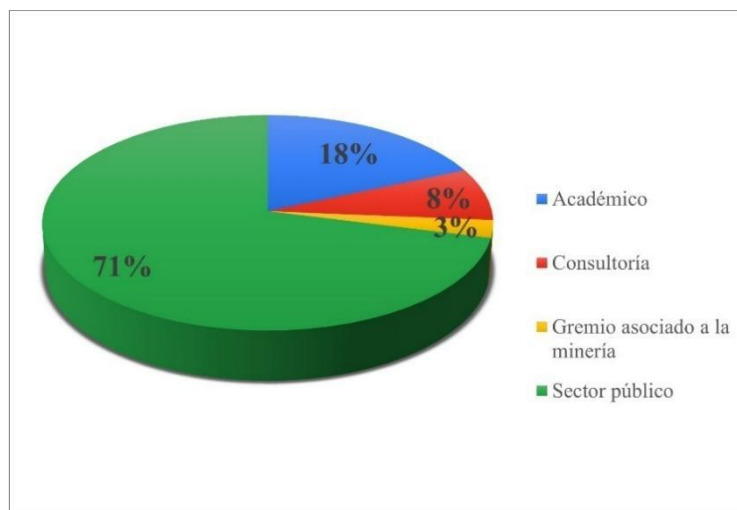
Sector	Total, de respuestas por sector	Entidad	N° de respuesta por entidad	Cargo que presenta el experto	N° de Respuestas por cargo
		CAR	1		
		CARDER	1	Contratista	11
		CARDIQUE	1	Profesional Especializado	9
		CORANTIOQUIA	1	Profesional Universitario	5
		CORMACARENA	3	Subdirector	2
		CORPOCALDAS	3		
		CORPOCHIVOR	1		
Sector público	27	CORPOGUAVIO	1		
		CORPORINOQUIA	1		
		CORTOLIMA	1		
		CRA	2		
		CRC	1		
		CRQ	1		
		CVS	1		
		IDEAM	1		
		MINMINAS	1		
		SDA	1		
		SGC	1		
		UPME	1		
Número total de cuestionarios diligenciados			38		38

Nota: Elaboración propia.

De la anterior información, se identificó que el 71% de los expertos consultados se encuentran en el sector público, el 21,6% pertenece al sector académico, mientras que el 8,1% representan al gremio de la consultoría y el 5% restante hace parte del gremio asociado a la minería, con nula participación de los gremios asociados a las organizaciones ambientales o de otros gremios, situación representada, como se muestra a continuación en la **Figura 8**.

Figura 8

Respuesta a la sección A del cuestionario: Sector al que pertenece el experto encuestado



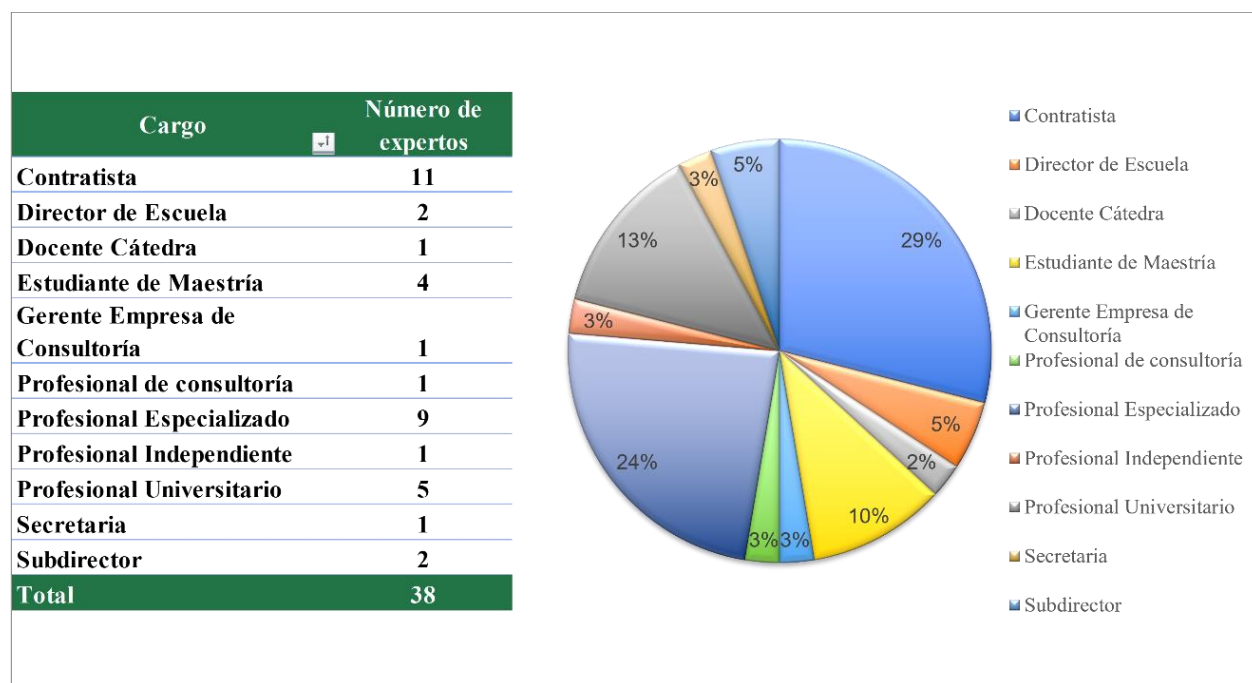
Nota: Elaboración propia, apoyado en aplicativo Google Formularios.

También se identificó la participación de expertos que ostentan cargos de: directores de escuela, docentes, estudiantes, en el sector de la academia, gerentes y profesionales de empresas de consultoría; contratistas, profesionales especializados, universitarios y subdirectores del sector público (ver **Anexo F-2 2.** Caracterización de la muestra inicial - Autoridades Ambientales).

En donde, el 29% de la población experta encuestada son contratistas, seguido de un 24% que corresponde a expertos que ejercen cargo de profesional especializado, mientras que el 13% son profesionales universitarios y un 10% corresponde a estudiantes de maestría de la UAN. Así mismo, el 24% restante, se distribuye con porcentajes menores al 10% entre los cargos de subdirector, gerentes de empresa de consultoría y profesional independiente como se muestra a continuación en la **Figura 9**.

Figura 9

Cargo de los expertos encuestados y porcentajes de participación en la encuesta



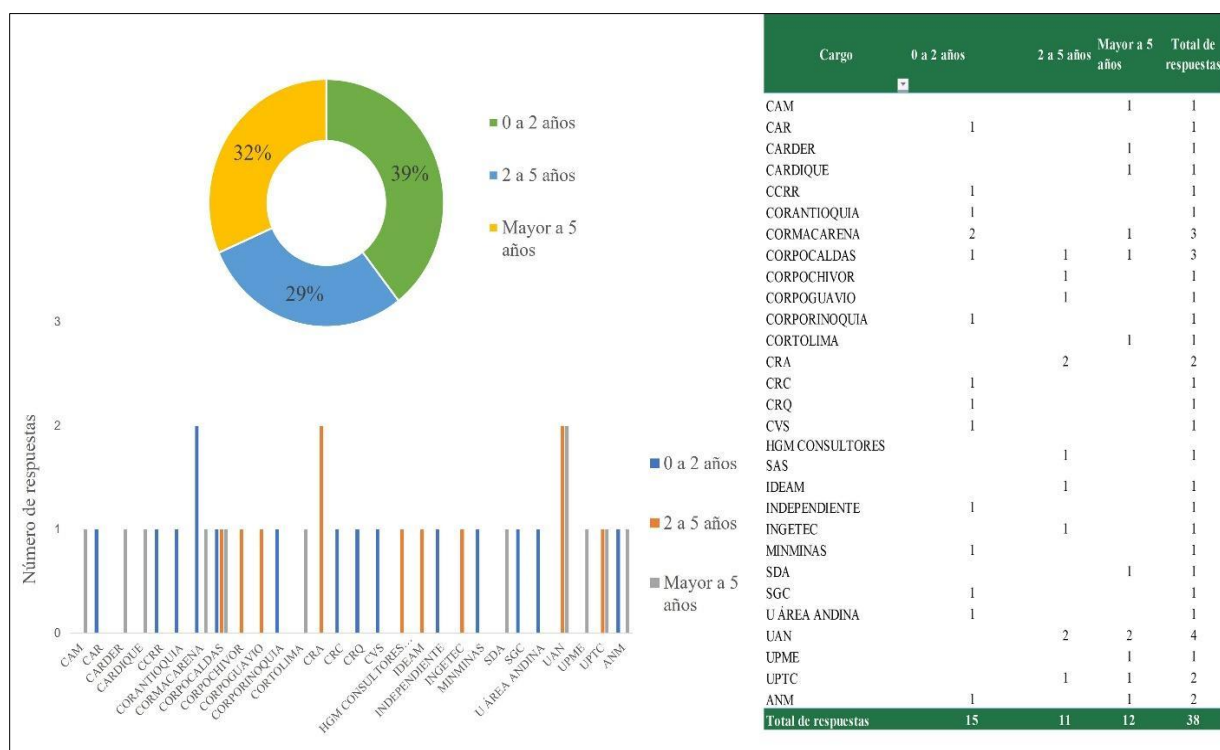
Nota: Elaboración propia.

Así mismo, como caracterización de la población experta cuestionada, también se indago, respecto a la experiencia que presenta los encuestados tanto en el componente de hidrogeología como en el aspecto minero-ambiental, opciones de respuesta definidas en la escala de 0 a 2 años, de 2 años a 5 años y mayor a 5 años, como se muestra en las **Figura 10** y **Figura 11**.

Lo anterior evidencia que, un 79% de los expertos presenta experiencia mayor a 5 años en el aspecto minero y ambiental; mientras que, los expertos con conocimiento en hidrogeología con experiencia mayor a 5 años corresponden al 35%, siendo en este componente en el que los profesionales presentan menos años de experiencia.

Figura 10

Experiencia de expertos encuestados en el aspecto de hidrogeología

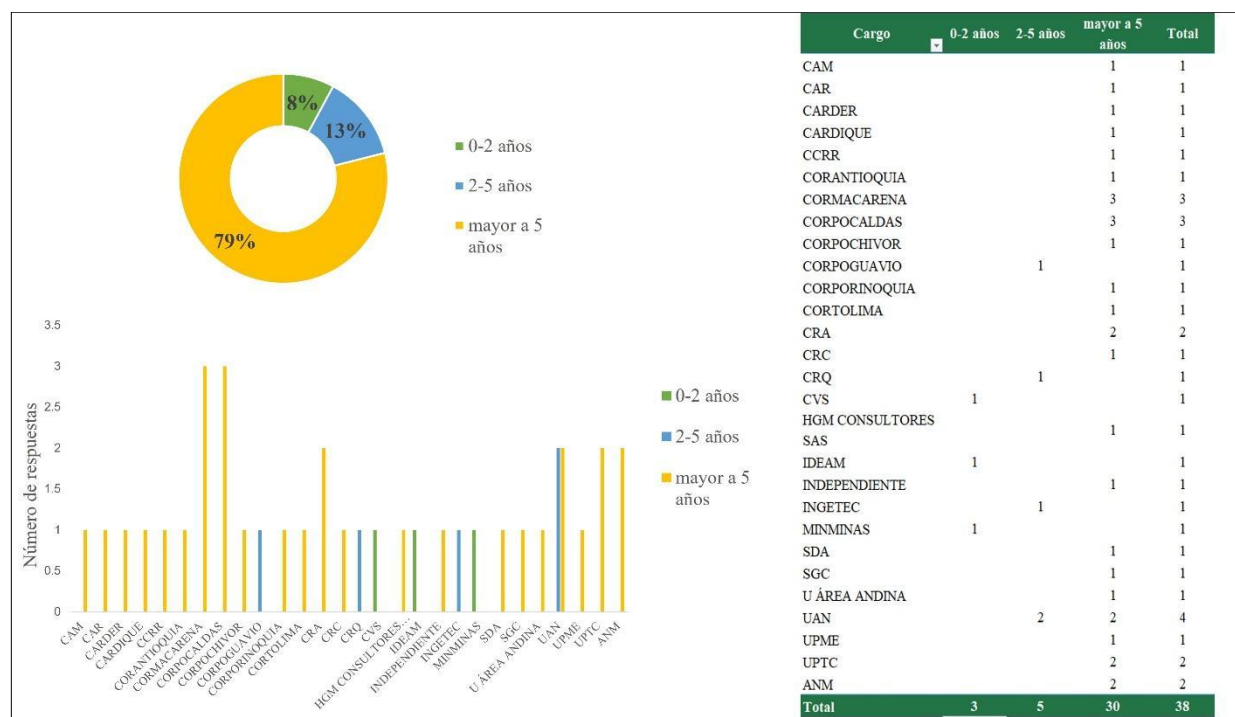


Nota: Elaboración propia.

Lo anterior, demuestra en parte la baja preparación y oferta de profesionales expertos en el componente de hidrogeología con experiencia mayor a 5 años. Así mismo, con lo anterior se evidencia como limitante del presente trabajo de investigación, la baja participación e interés de las entidades del estado, en donde se envió el enlace de la encuesta a 110 direcciones de correo (población de expertos esperada) y se obtuvo el diligenciamiento de 38 cuestionarios, correspondiendo al 34% del 100% de la participación esperada.

Figura 11

Experiencia de expertos encuestados en el aspecto de minería



Nota: Elaboración propia.

Esta caracterización cuenta con análisis detallado de la muestra específica a las AA que se puede observar en el **Anexo F – 2**–Caracterización de la muestra inicial - Autoridades Ambientales.

6.4.2 Respuestas a la percepción de los TdR (ANLA,2016): Sección B del cuestionario

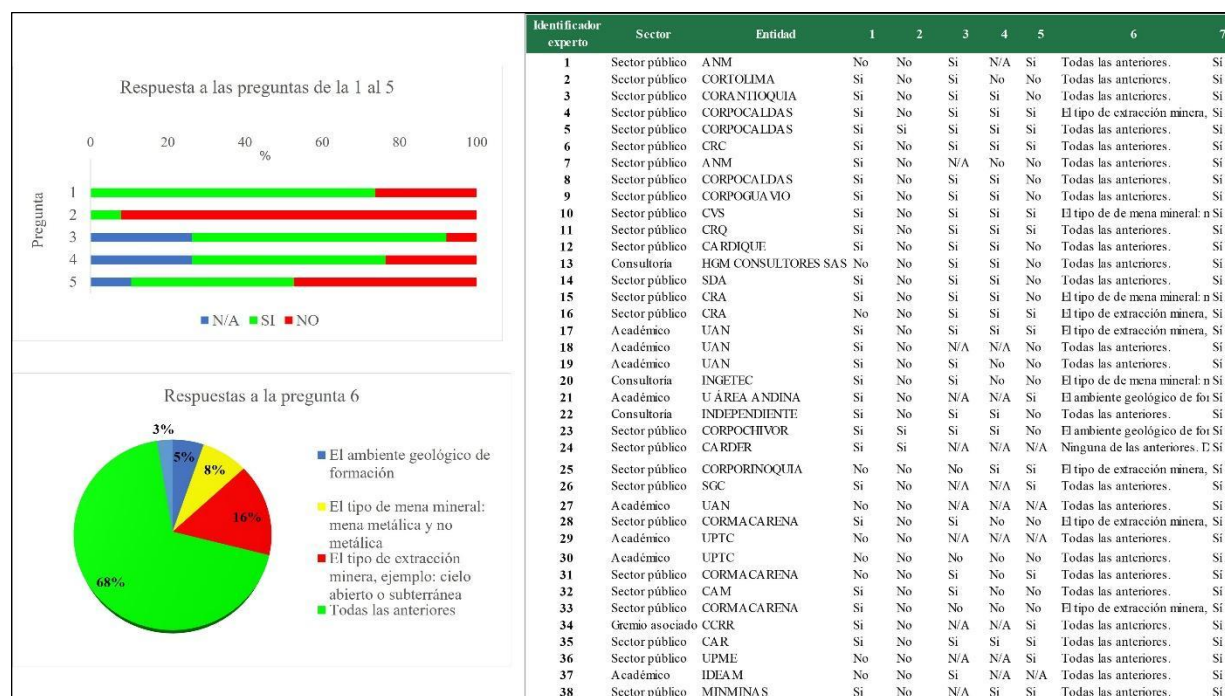
La sección B del cuestionario – Titulada : “Términos de referencia (TdR) para la elaboración del Estudio de impacto ambiental (EIA) en proyectos de explotación minera (ANLA, 2016),” consultó a la población experta entrevistada, respecto al conocimiento de los antecedentes, participación en elaboración de las mismas, así como en la aplicación de los TdR

y percepción respecto a la generación de una guía de elaboración de modelos hidrogeológicos, enfocada a proyectos del sector minero, todo lo anterior mediante siete preguntas.

Las respuestas a lo anterior son resumidas con sus datos y porcentualmente en la **Figura 12**, mostrando como resultado e interpretación que el 74% de los encuestados si conocen los antecedentes de los TdR que corresponde a los resultados de la pregunta, mientras que el 92% de los expertos manifestó no haber sido invitado en la generación de los TdR (pregunta número dos.). Así mismo, respecto a la aplicación de los TdR como referencia en las diferentes entidades para evaluación y elaboración de EIA y PMA en proyectos mineros (pregunta número tres), el 66% de los cuestionados resolvieron que si los aplican. De forma similar, el 50% de los encuestados considera que los TdR, abarca de manera adecuada el aspecto hidrogeológico para el alcance de los proyectos mineros (pregunta cuatro), mientras que el 47% de la población de expertos consultada piensan que los requerimientos de los TdR ANLA (2016) no son aplicables de manera general a los diferentes tipos de explotación minera del país (pregunta cinco) y que ante unos nuevos TdR estos deben particularizar, en el ambiente geológico de formación (pregunta seis): mena metálica y no metálica, y en el tipo de extracción minera, ejemplo: cielo abierto o subterránea. Para la última pregunta de esta sección, el 100% los expertos resolvieron que consideran de utilidad la generación de una guía para la elaboración de modelos hidrogeológicos, enfocada a proyectos del sector minero.

Figura 12

Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección B del cuestionario



Nota: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 corresponden a las preguntas formuladas para sección B del cuestionario

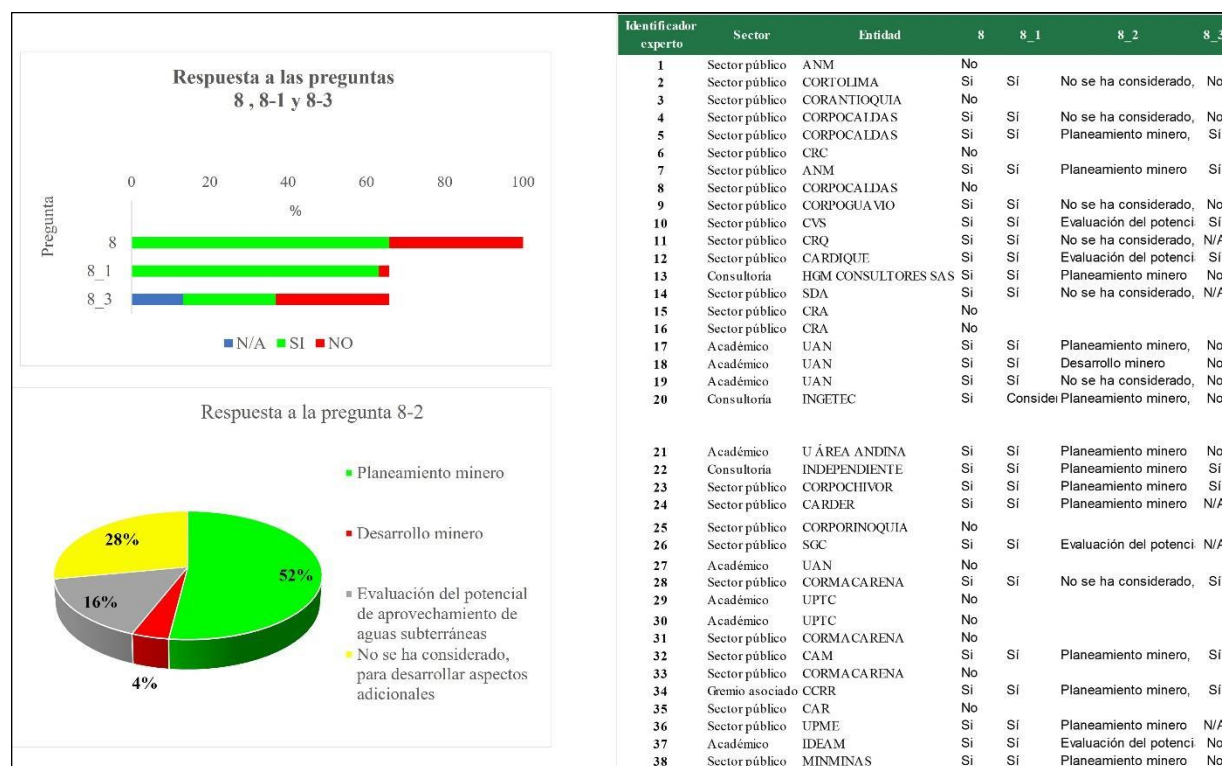
Lo anteriormente analizado, en general evidencia que los TdR, son mayoritariamente usados como referente en la evaluación y elaboración de EIA, mientras que la participación de los expertos en la elaboración de estos fue muy baja, situación quizá motivada porque expertos del ANLA no participaron y la convocatoria para la elaboración TdR, suele concentrarse en esta entidad. Así mismo, se evaluó con una apreciación de 50% que son aplicables a cualquier tipo de minería, presentándose como opción que ante una actualización de los TdR, se deben generar de manera particular para el tipo de mineral que contemple aspecto como ambiente geológico y tipo de minería. En particular, se muestra que hay un claro predominio del 100%, en la conveniencia de la generación de una guía metodológica para la elaboración del componente hidrogeológico en proyectos mineros, la cual a la fecha no existe para el país.

6.4.3 Respuestas a las preguntas asociadas al PTO y a los EIA: Sección C del cuestionario

La sección C del cuestionario – Titulada : “*Planes de trabajos y obras (PTO) y Estudios de impacto ambiental (EIA)*” consultó a los expertos, respecto al conocimiento de los PTO y a los EIA antecedentes, percepción respecto a la alineación de los mismos y la consideración de la información hidrogeológica como aspecto para el planeamiento minero, desarrollo minero o evaluación del potencial de aprovechamiento de aguas subterráneas, lo anterior mediante cuatro preguntas, las tres últimas (8-1,8-2 y 8-3) solo formuladas a los expertos que indicaron conocer la estructura tanto de los PTO, como de los EIA. La respuesta a lo anterior es resumida estadísticamente en la **Figura 13**, evidenciando que el 65% de los encuestados si conocen la estructura tanto de los TdR como de los EIA (pregunta número ocho), de esta población el 63% considera que sí debería existir un componente hidrogeológico en el PTO alineado con los TdR (pregunta número 8-1). Así mismo, el 52% de los expertos que conocen la estructura del PTO y EIA, manifestaron considerar la información resultante del componente hidrogeológico en el planeamiento minero; mientras que, el 28% de los expertos manifestó no haber considerado el aspecto hidrológico para desarrollar aspectos adicionales en la minería (pregunta 8-1). De manera similar, el 28% manifestó no aplicar la información hidrogeológica como factor limitante para el cálculo de reservas en un yacimiento mineral.

Figura 13

Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección C del cuestionario



Nota: Elaboración propia.

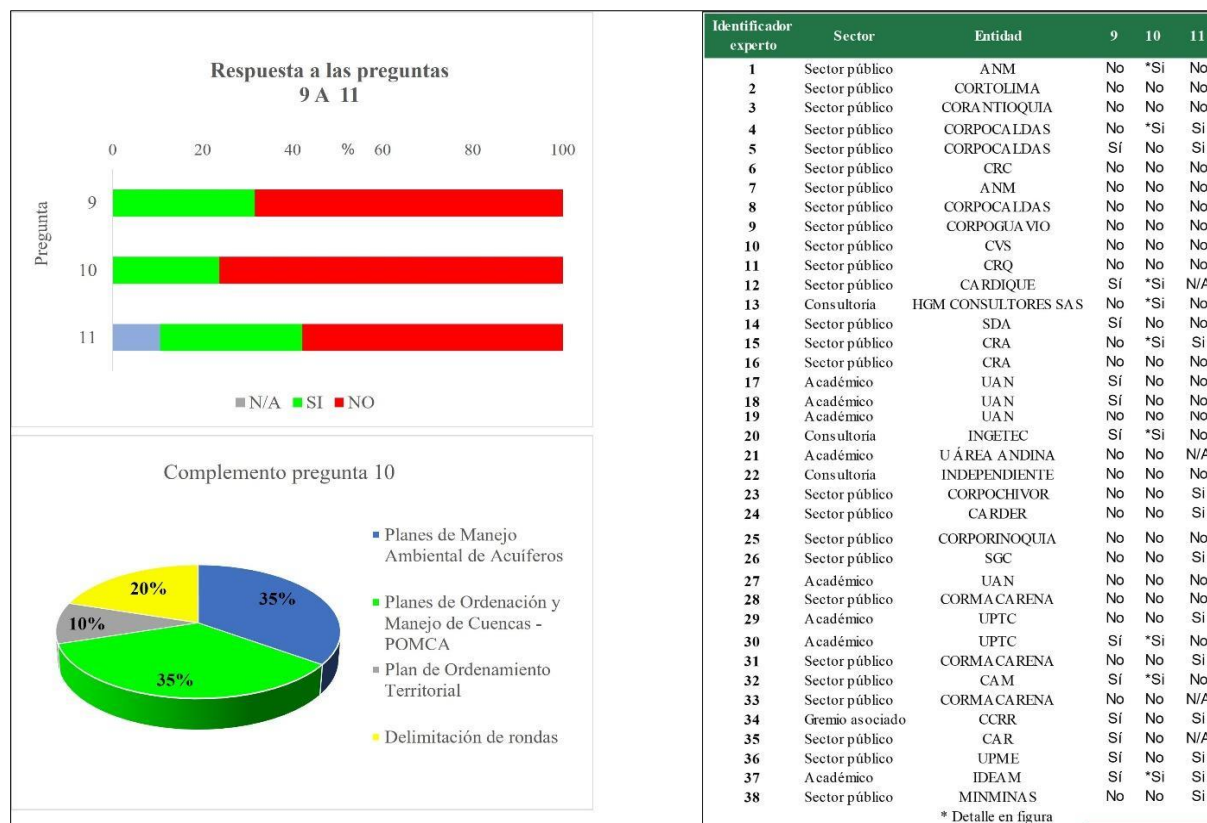
6.4.4 Resultado al diagnóstico de la contribución del componente hidrogeológico en el sector minero en el conocimiento geocientífico del país: Sección D del cuestionario

La sección E del cuestionario – Titulada: “*Contribución del componente hidrogeológico en el sector minero en el conocimiento geocientífico del país*” consultó a la población experta entrevistada, respecto al uso de la información del componente hidrogeológico para la generación y promoción del conocimiento geocientífico en Colombia, (pregunta número nueve), evidenciando que el 70% de los expertos considera que esta información no es usada. Así mismo, al indagar respecto a la articulación de modelos hidrogeológicos en instrumentos de manejo ambiental (pregunta número 10), el 76% de los expertos indicaron que no conoce de algún

modelo hidrogeológico, generado para un licenciamiento ambiental que esté articulado dentro de un instrumento de manejo ambiental. De la misma forma, en cuanto a la promoción de la información hidrogeológica en el conocimiento geocientífico del país (pregunta 11), el 58% de los expertos indicaron que la entidad a la cual pertenece no ha promocionada la información hidrogeológica generada en un licenciamiento ambiental en el conocimiento geocientífico del país (eventos científicos y publicaciones) evidenciándose como respuestas (ver **Figura 14**).

Figura 14

Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección D del cuestionario



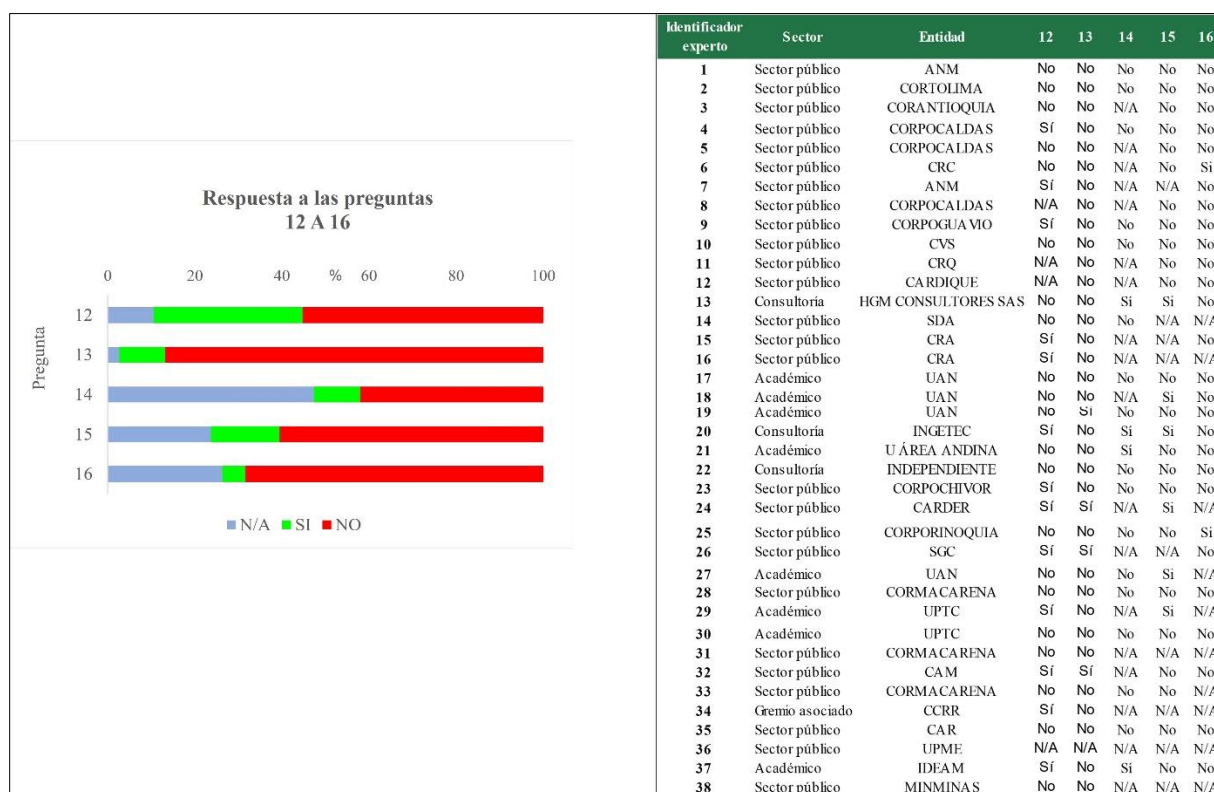
Nota: 9,10,11 Preguntas de la sección D del cuestionario. Elaboración propia.

6.4.5 Resultados a las preguntas de acceso de información, oferta de servicio y evaluación del cuestionario: Sección E

En la sección E del cuestionario, se indaga referente a la percepción de facilidad de acceso a información secundaria, generada por las entidades públicas (pregunta 12), en donde el 60% de los expertos encuestados indicó que no considera fácil el acceso a esta información. Respecto a la aplicación de las guías metodológicas elaboradas en otros países (pregunta 13), el 85% respondió no haber aplicado guía de otros países, sin embargo, el 10% que indicó haberlo hecho, refieren haber usado guías de los siguientes países: España, Austria (OIEA) y Canadá. De forma similar, en el cuestionario se preguntó respecto al uso de laboratorios especializados fuera de Colombia, para atender los requerimientos del aspecto hidrogeológico (pregunta 14), en donde el 46% de los expertos seleccionó N/A y el 42% indica que definitivamente no aplican el uso de laboratorios fuera de Colombia, mientras que el 10% de los expertos indicaron hacer uso de laboratorios en el exterior, citaron haber requerido hacer análisis: isotópicos, hidroquímicos - geoquímicos, y/o geoquímica ambiental, estáticos/dinámicos y otros. De forma similar, se preguntó, respecto a la oferta de servicios de análisis específicos de hidrogeología por parte de la entidad y representante del experto, (Pregunta 15), evidenciándose que el 68% de las entidades a las que pertenecen los expertos no ofrecen estos servicios. Por último, se preguntó respecto a la consideración si la oferta analítica asociada a los laboratorios existentes en el país es consecuente con los análisis solicitados en los TdR de referencia (ANLA, 2016), a la cual el 68% de los expertos muestreados resolvieron que no. Todo lo anterior es resumido en la **Figura 15**.

Figura 15

Resumen de las respuestas a las preguntas de la sección E del cuestionario

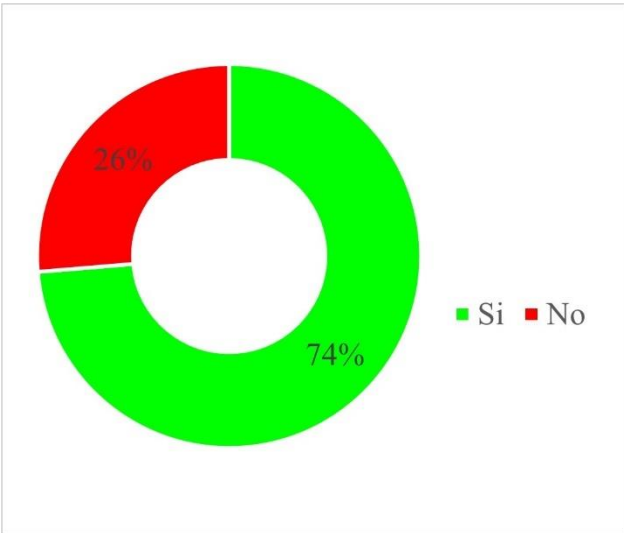


- *Autoevaluación de aplicación del cuestionario:*

Para diagnosticar la percepción de la aplicación del cuestionario, se pidió a la muestra de los expertos cuestionados, indicar si consideran adecuadas las preguntas para resolver el cuestionario, a lo cual el 74% respondió que sí (ver **Tabla 11**), siendo este el indicador de eficiencia de aplicación del cuestionario.

Por último, se solicitó a los expertos que escribieran sus comentarios, observaciones, limitaciones o sugerencias, las cuales son citadas a continuación en la **Tabla 12** resaltando que las observaciones formuladas por los expertos con identificador 3, 5 y 8, fueron incorporadas en el transcurso del desarrollo del cuestionario, como ajustes de incorporar la opción N/A en el cuestionario, así como de deshabilitar algunas preguntas como obligatorias.

Tabla 11*Resultados de la autoevaluación de la aplicación del cuestionario*

#	Nombre de la sección y pregunta	Análisis general de la respuesta
17	¿Considera desde su campo de acción y entidad a la cual usted representa, que las preguntas aquí formuladas, consideraron las opciones de respuesta para resolver el presente cuestionario?	 <p>■ Si ■ No</p>

Nota: Elaboración propia.**Tabla 12***Comentarios, observaciones, limitaciones o sugerencias indicadas por los expertos consultados*

Id	Comentario, observación, limitación o sugerencia
2	Grosso modo se muestra el estado en el que se encuentra la información hidrogeológica de la entidad.
3*	Las últimas preguntas eran más enfocadas a empresas privadas y no daban opción de seleccionar N/A en la mayoría de estas*.
4	Debe tenerse en cuenta que la resolución del MADS los TdR 2016 para proyectos mineros, faculta a la Autoridad Ambiental competente para solicitar información adicional o aclaratoria de acuerdo con las condiciones particulares del área de influencia donde se pretende adelantar el proyecto.
5*	Esta pregunta está condicionada en el formulario no permite continuar si da la opción de no. ¿La entidad a la cual pertenece, oferta servicios de análisis específicos de hidrogeología? *
6	Gracias.
8*	La pregunta anterior de la antepenúltima que se deriva de un SI... contesté NO y aún sigue siendo obligatoria, fue necesario seleccionar una opción*

Id	Comentario, observación, limitación o sugerencia
9	n.a.
18	Excelente iniciativa, para el ordenamiento temático del componente hidrogeológico en temas mineros
23	En Colombia no existen los suficientes profesionales en el área de Hidrogeología.
24	Considero que la pregunta No.6 no es clara, por lo cual sería pertinente volverla más específica, o descomponerla en dos preguntas más ya que dentro de las opciones de respuesta unas pueden ser condicionantes previas a otras.
25	Trabajo en una Subse de La Corporación, La Primavera, donde no se adelantan este tipo de trámites hasta el momento. Las solicitudes de licencia ambiental han sido remitidas a la sede central de Corporinoquia.
26	Las preguntas no aplican directamente a entidades de investigación como el SGC
28	el sector público maneja aspectos diferentes a las empresas mineras
30	Gracias.
31	falta articulación en entre las entidades que generan información, POMCAS, ESTUDIOS DE ANH, ANM, ANLA
32	No tiene en cuenta las características de proyectos y las condiciones del sector minero en la zona, ni la problemática social de la misma.
33	Si lo que se pretende es realizar una actualización de los TDR para licenciamiento ambiental, es fundamental que se estructuren para el tipo de explotación que se vaya a ejecutar, subterránea o superficial y no sean generalizados.
36	Considero que el cuestionario debió ser dirigido acorde a las entidades a las que se les remitió, es decir uno dirigido a entidades públicas y otro a gremios o empresarios mineros.

Nota: * Corresponden a las preguntas consideradas para ajustar el cuestionario.

De lo anterior, se evidencia que la participación del sector público, académico y del gremio minero en este tipo de investigaciones es baja, así mismo respecto al uso como guía de los TdR (ANLA,2016) por parte de otros sectores se identificó como alta y de interés; por lo tanto, se considera acertado el uso de estos como referente documental y temático.

Además, se resalta que el uso de la caracterización hidrogeológica dentro de otros aspectos mineros es integrado en menor medida, situación que sucede de manera análoga al

indagar respecto a la integración o uso del aspecto de aguas subterráneas generado en el sector minero en instrumentos de gestión del recurso hídrico.

En cuanto al diagnóstico de acceso a información y oferta de servicios los participantes en la encuesta indicaron que el acceso a dicha información no es fácil y que la oferta de servicios hidrogeológicos e en el país es baja.

Los resultados de esta visión de expertos permitieron realizar un diagnóstico aproximado de la opinión de un grupo de expertos colombianos respecto a los TdR (ANLA,2016), PTO, EIA oferta de servicios y acceso a la información hidrogeológica en la minería, enriqueciendo y complementando los análisis heurísticos obtenidos en la determinación del estado del arte visión nacional e internacional.

6.4.6 Discusiones y conclusiones de la normativa minero ambiental e hidrogeológica

Acorde al análisis hermenéutico realizado para cada uno de los aspectos temáticos desarrollados en la presente investigación: Estado del arte de la legislación minera ambiental con una mirada nacional e internacional y visión de expertos a continuación, son expuestas las discusiones y conclusiones generales evidenciadas:

En la mirada nacional, se revisó una ventana temporal de 50 años de información normativa, guías e instrumentos; actividad que contó con una discusión heurística que se sintetizó en una línea del tiempo.

Una vez evidenciado en la fase heurística diferentes instrumentos, guías y normativas, se realizó un comparativo de exigencias y aspectos generales que confirman una evolución significativa en la última década del aspecto hidrogeológico que integra conceptos de modelo

conceptual y matemático, área de influencia ecotoxicidad y red de monitoreo en las exigencias minero-ambientales.

Los TdR en el componente hidrogeológico de los estudios de impacto ambiental para proyectos mineros (ANLA, 2016), respecto a normas, guías e instrumentos de GIRH como PMAA, emitidos con anterioridad a los mismos, presentan una rigurosidad más detallada, inclusive con respecto a los últimos TdR (MinAmbiente,2020).

Como identificación de la promoción del avance en el conocimiento geocientífico de la hidrogeología en Colombia se resalta los avances del ENA en su última versión – 2018, publicado por el IDEAM en 2019. Este estudio desde el 2010 ha compilado las investigaciones regionales relacionados del recurso hídrico subterráneo en Colombia; en total son 64 sistemas acuíferos del país los caracterizados y estudiados para los cuales presenta información como: provincia hidrogeológica, inventario de puntos de aguas (suministrada por las CARS), identificación de zonas de recarga, cuantificación de la recarga potencial anual, caracterización hidrogeológica, hidroquímica e isotopía.

Acorde a lo anterior, el ENA corresponde al referente general de la promoción del avance en el conocimiento geocientífico de la hidrogeología en Colombia, que desde la versión 2010, con la divulgación de la información hidrogeológica generada tanto por el mismo IDEAM, MinAmbiente y el Servicio Geológico Colombiano (SGC), generando desde su primera versión a 2018 modelos hidrogeológicos específicos para algunos municipios y áreas, también guías metodológicas para: delimitación de zonas de recarga de acuíferos, formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos; constitución de la política nacional de gestión del recurso hídrico y publicaciones como mapa litoestratigráfico con mapa permeabilidades de Colombia y mapa nacional de zonas potenciales de recarga de acuíferos. Por lo tanto, se considera que la

información hidrogeológica que esta entidad recopila en los diferentes instrumentos de licenciamiento es importante. Que debe ser integrada, tanto al componente hidrogeológico en proyectos mineros, como en los instrumentos de gestión del territorio y del recurso hídrico como los planes de manejo ambiental de acuíferos.

Los TdR, en general son un referente de evaluación y elaboración de EIA, para proyectos mineros, que usan con frecuencia las AA, empresas de consultoría, en menor medida es considerada por la academia, en consecuencia, debería existir TdR unificados que consideren los aspectos del ambiente geológico de formación, tipo de mena mineral: mena metálica y no metálica, y tipo de extracción minera, ejemplo: cielo abierto o subterránea (es decir las particularidades del territorio nacional).

En la mirada internacional que comparó los antecedentes de la normativa minero ambiental e hidrogeológica de Colombia con países de referencia, no se evidenció influencia de algún país en particular. Se resalta la tardía integración de la política de GIRH que a su vez impulso la emisión instrumentos en la última década.

Así mismo, en el ejercicio de la fase heurística de la mirada internacional se evidenció que en países como Brasil y España se encuentra con mayor frecuencia publicaciones de artículos relacionados con la gestión del agua subterránea.

En la ejecución de la investigación no se evidenció conexión directa de los TdR con la información promocionada por el MinAmbiente y por entidades como el IDEAM y el SGC. Sin embargo, en la visión de expertos que consultó al respecto, arrojó que el 34,5% de los expertos consideran que hay integración de los TdR con algunos instrumentos de GIRH.

Con referencia a la visión de expertos, como dato de interés se resalta que el 68% de los encuestados consideraron que la oferta especializada en servicios es baja; así mismo, el 60% respondió que el acceso a la información hidrogeológica no es fácil.

A través de la aplicación de un cuestionario a 38 expertos pertenecientes a la muestra de análisis de la presente investigación, se obtuvo como resultado que no es común la integración de los productos o información hidrogeológica que generan las empresas adscritas a la minería con el conocimiento geocientífico del país. Observación que también aplica en la integración de esta información con los instrumentos de GIRH (POMCAS, PMAA, entre otros) y de ordenamiento territorial, en donde se observó 34,5% de integración en estos instrumentos, según la muestra analizada.

Considerando que en la determinación del estado del arte, no se encontraron evidencias, que muestren integración entre la información evaluada por el ANLA y la generación del conocimiento en la GIRHS que realizan entidades como IDEAM y SGC, se acoge lo citado por (Otálvaro, 2021, p. 47), respecto a que la información hidrogeológica que evalúa y recopila ANLA en los diferentes licenciamiento, es muy importante en la promoción del conocimiento hidrogeológico del país, considerándose de alta importancia que la información de los modelos hidrogeológicos y los PMAA, realizados en proyectos de extracción minera, sea integrada y promocionada en el conocimiento hidrogeológico del país.

Por otro lado, en una posible y eventual actualización normativa de TdR, estos deben estar sujetos a una constante valoración, evaluación y modernización acorde a las vanguardias tecnológicas que van surgiendo en el componente hidrogeológico.

Los entes del estado, así como la academia deberían considerar la generación de una guía de elaboración de modelos hidrogeológicos, enfocada a proyectos del sector minero, la cual a la

fecha no existe para el país. Lo anterior, acorde a la percepción de la conveniencia de la generación de una guía metodológica de elaboración del componente hidrogeológico en proyectos mineros que generó el 100% de la muestra analizada en la presente investigación.

A razón de una actualización normativa que se vislumbra cerca, así como la jerarquía de las leyes y la significancia de un TdR al respecto, se aconseja al sector público que en los posibles ajustes deberán considerar incluir de manera explícita los requerimientos específicos para la obtención de permiso de aprovechamiento de agua subterránea para la actividad minera en todas sus escalas, con reglas claras y un lenguaje estandarizado que maneje el mismo lenguaje para todos los proyectos mineros.

Los TdR que se llegaren a impulsar ante una eventual actualización normativa deberán acoger, especificar y exigir el uso de guías ya existentes, los anteriores para articular el mismo lenguaje en diferentes escenarios, así como promocionar su existencia de manera tal que los instrumentos generados en diferentes escenarios del gobierno sean promocionados y utilizados con mayor frecuencia, esto en razón a los antecedentes existentes y evolución de normativa minero ambiental en el aspecto hidrogeológico identificado en la presente tesis.

En las actualizaciones venideras asociadas a los TdR de referencia, articular guías metodológicas que contemplen pautas técnicas asociadas a las características geográficas que se reflejan en el aspecto hidrogeológico del país. Así como, la necesidad de requerir a las AA la validación, evaluación e integración en sus instrumentos como POMCAS, PMAA, los modelos hidrogeológicos, medidas de manejo y demás que se generan en los EIA esto ayudando al cumplimiento de las metas de la PGIRH para el conocimiento hidrogeológico del país.

Para un trabajo posterior de Tesis, dando continuidad al presente, considerando que se encuentra fuera de los objetivos de la investigación aquí realizada, se puede sugerir la

estructuración de un modelo de guía de elaboración de modelos hidrogeológicos para proyectos mineros en Colombia.

Pese al diagnóstico de baja formación y oferta académica en programas de posgrado específico en hidrogeología mencionada en la política hídrica nacional (MinAmbiente, 2010), se identifica que a 2021 la Universidad Antonio Nariño (UAN, 2021b), es la única institución académica que oferta este programa; por tanto, de lo analizado en la presente tesis se concluye que persiste la escasez de profesionales y formación en hidrogeología en el país, tanto para la industria minero ambiental, como para otros sectores que requieren de la participación de esta especialidad, en donde día a día entidades privadas y del estado requieren este perfil y grado en específico, desconociendo la oferta real del país.

Por último, en aplicación de la metodología de la presente investigación como limitaciones claramente se encontró:

La no participación en el diligenciamiento de la encuesta por parte de la ANLA, ASOCAR´S, Asociación de hidrogeólogos y de algunas AA. Como también, la escasa participación e interés mostrado por la falta de respuesta de algunas entidades del sector público.

La escasa publicación de tesis documentales y artículos que abordan al mismo tiempo la normativa minero ambiental e hidrogeológica. Así mismo, la información consultada dada los países que manejan diferentes idiomas, extendió la tarea en la interpretación y análisis de información.

Lista de Anexos

Anexo A. Estructura de la presentación formal del proyecto y de solicitud de diligenciamiento del cuestionario.

Anexo B. Estructura, secciones, preguntas del cuestionario formulado.

Anexo C. Base de datos de control de solicitudes enviadas.

Anexo D. Respuestas de ANLA y ASOCAR'S.

Anexo E. Consolidado de respuestas de los expertos al cuestionario.

Anexo F: 1. Base de datos - Sección A del cuestionario. -2. Caracterización de la muestra inicial - Autoridades Ambientales

Anexo G. Base de datos - Sección B del cuestionario.

Anexo H. Base de datos - Sección C del cuestionario.

Anexo I. Base de datos - Sección D del cuestionario.

Anexo J. Base de datos - Sección E del cuestionario.

Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Minería [ANM]. (2021). *“Colombia un país con grandes recursos minerales y potencial productivo”*: presidente de la ANM.
<https://www.anm.gov.co/?q=colombia-un-pais-con-grandes-recursos-minerales-y-potencial-productivo>
- Agencia Nacional de Licencias Ambientales [ANLA]. (2016). *Términos de referencia para la elaboración del Estudio de impacto ambiental – EIA Proyectos de Explotación Minera*.
http://www.anla.gov.co/documentos/normativa/terminos_referencia/tr_eia_mineria_2016.pdf
- ANLA. (2020, october 3). *Archivo proyecto minero Soto Norte*.
<https://www.anla.gov.co/noticias/1151-la-anla-archiva-proyecto-de-mineria-soto-norte>.
- ANLA. (2021, october 25). *La ANLA archiva trámite de licenciamiento ambiental del proyecto de minería de cobre Quebradona*. <https://www.anla.gov.co/noticias/2020-la-anla-archiva-tramite-de-licenciamiento-ambiental-del-proyecto-de-mineria-de-cobre-quebradona>.
- Asociación Australiana del Agua [AWA]. (2011). *La dinámica industrial del agua en Australia*. <https://www.austrade.gov.au/ArticleDocuments/1358/Water-Innovation-Booklet-es.pdf.aspx>
- Agricultura. (2020.). *Ley de Agua (Territorio de la Capital Australiana [aguas subterráneas] Plan de recursos hídricos) Decisión de acreditación 2020*.
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2014). *La política de las políticas públicas: Re-examinando la calidad de las políticas públicas y las capacidades del Estado en América Latina y el Caribe*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La->

[pol%C3%ADtica-de-las-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-Re-examinando-la-calidad-de-las-pol%C3%ADticas-p%C3%BAblicas-y-la-capacidades-del-Estado-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf](#)

Castaño Duque, G. A., & Ramírez Guapacha, C. M. (2016). El poder de la universidad en la administración pública. La participación de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales en la construcción de políticas públicas de la región. *Sotavento M.B.A.*, 27, 10. <https://doi.org/10.18601/01233734.n27.02>

Castro Pachón, F. (2018). *Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

Congreso de la República de Colombia. (1969, diciembre 22). *Ley 20 -Por la cual se dictan algunas disposiciones sobre minas e hidrocarburos*. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1786980>

Congreso de la República de Colombia (1993, diciembre 22). *Ley 99 - Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1635523>

Congreso de la República de Colombia, (2001, agosto 15). Ley 685 [CM]. *Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones*. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1666077>

Congreso de la República del Perú. (2017). *Expediente de Archivo de Ley*.

https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/TraDocEstProc/Expvirt_2011.nsf/Repexpvirt?OpenForm&Db=201600100&View

- Costanzo, B. P., & Sánchez, L. E. (2014). Knowledge management in environmental consulting firms. *Producao*, 24(4), 742–759. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000015>
- Datos Abiertos Colombia. (2021). *Departamentos y municipios de Colombia* <https://www.datos.gov.co/Mapas-Nacionales/Departamentos-y-municipios-de-Colombia/xdk5-pm3f>.
- Decreto - Ley 2811. *Por medio del cual se expide el Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.*, 64 (18 de diciembre de 1974). <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019314>
- Decreto 1541. *Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto-ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.* (julio 26 de 1978). <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1305830>
- Decreto 1666. *Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentarlo del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de 2015, relacionado con la clasificación minera.*, (octubre 21 de 2016). <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30027050>
- Departamento Administrativo de la función pública. (2011a). *Decreto 3570*. <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1877919>
- Departamento Administrativo de la función pública. (2011b, September 27). *Decreto 3573- Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias ambientales -ANLA- y se dictan otras disposiciones.* <http://www.suin-Juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1531690>

- Fermio, S., & Hamstead, M. (2012). *Integrating the mining sector into water planning and entitlements regimes: Vol. Series No 77* (The National Water Commission, Ed.).
- Franco, Lina. Beatriz. (2016). *Sectores Minero y Ambiental, Entre Caminos Confluyentes Y Divergentes*. Universidad del Rosario.
<https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/12938>
- Global Water Partnership [GWP]. (2000). *Manejo integrado de recursos hídricos*. Global water partnership.
- Gobierno de Chile, Ministerio del Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental, & Dirección General de Aguas, M. de O. P. (2012).
Guia_uso_modelo_aguas_subterraneeas_seia.
- Grigoletto Duarte, C., Paula Alves Dibo, A., Siqueira-Gay, J., & Enrique Sánchez, L. (2017). *Impact Assessment and Project Appraisal Practitioners' perceptions of the Brazilian environmental impact assessment system: results from a survey Practitioners' perceptions of the Brazilian environmental impact assessment system: results from a survey*. 35(4), 293–309. <https://doi.org/10.1080/14615517.2017.1322813>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2010). *Estudio nacional del agua*.
- IDEAM. (2021). *Autoridades ambientales*. <http://www.ideam.gov.co/web/ocga/autoridades>.
- Instituto Geológico y Minero de España [IGME]. (2019). *Las aguas subterráneas en la legislación Iberoamericana: Retos y oportunidades*.
<http://www.igme.es/Publicaciones/publiFree/AguasSubIberoamerica/mobile/index.html>
- Interamerican Association for Environmental Defense [AIDA]. (2021). *Buenas prácticas a nivel mundial para los estudios de impacto ambiental (EIA)*.

- Llamas, M. R., Custodio, E., de la Hera, A., & Fornés, J. M. (2015). Groundwater in Spain: increasing role, evolution, present and future. *Environmental Earth Sciences* 2015 73:6, 73(6), 2567–2578. <https://doi.org/10.1007/S12665-014-4004-0>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (2014). Guía metodológica para la formulación de planes de manejo ambiental de acuíferos. In *MADS, Colombia*.
https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Manejo_de_acuiferos/guía_formulación_planes_acuiferos.pdf
- MAVDT. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MinAmbiente]. (2010). *Política Nacional Recurso Hídrico*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>
- MinAmbiente. (2020a). *Documento justificación técnica del proyecto resolución, por la cual se establecen los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de impacto ambiental-EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental global o definitiva para pequeña minería*. www.minambiente.gov.co
- MinAmbiente. (2020b). *Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de impacto ambiental-EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental global o definitiva para proyectos de explotación de pequeña minería*.
- Ministerio de Agricultura. (1981, october 13). *Decreto 2858 - Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto - ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978*.
<http://www.suinjuriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1496377>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (August 2 de 2012,). *Decreto 1640 - Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.*

<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1323968>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2015, May 26). *Decreto 1076- Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019960>

Ministerio de la Economía Nacional. (1940, julio 17). *Decreto 1381- Sobre aprovechamiento, conservación y distribución de aguas nacionales de uso público.*

<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1276576>

Ministerio de Minas y Energía. (2011, November 3). *Decreto 4131-Por el cual se cambia la Naturaleza Jurídica del Instituto Colombiano de Geología y Minería (Ingeominas).*

<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1542180>

Ministerio de Minas y Energía. (2011, noviembre 3). *Decreto 4134-Por el cual se crea la Agencia Nacional de Minería, ANM, se determina su objetivo y estructura orgánica.*

<http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1542244>

Ministerio de Minas y Energía. (2016, octubre 21). *Decreto 1666 - Por el cual se adiciona el Decreto Único Reglamentarlo del Sector Administrativo de Minas y Energía, 1073 de*

2015, relacionado con la clasificación minera. [http://www.suin-](http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30027050)

[juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30027050](http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30027050)

Ministerio de Minas y Energía, & Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Guía Minero Ambiental de Explotación.*

Ministerio de minas y petróleos. (1970, julio 29). *Decreto 1275-Por el cual se reglamentan las leyes 60 de 1967 y 20 de 1969 y se dictan otras disposiciones sobre minas.*

<http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30042086>

Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Manual de Evaluación de Estudios Ambientales.*

Moreno, C., & Chaparro, E. (2009). Las leyes generales del ambiente y los códigos de minería de los países andinos. Instrumentos de gestión y minero ambientales. CEPAL

<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6339/S0800613.pdf?sequence=1>

Murillo-Bermúdez, L. F., & Abreu, A. E. S. de. (2020). La gestión del recurso hídrico en Brasil y Colombia, una comparación de sus instrumentos. *Gestión y Ambiente*, 22(2), 173–

190. <https://doi.org/10.15446/ga.v22n2.82554>

Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina [OCMAL]. (2019). *Toda minería es minería de agua, sea de acuífero o río* /. [https://www.ocmal.org/toda-mineria-es-](https://www.ocmal.org/toda-mineria-es-mineria-de-agua-sea-de-acuifero-o-rio/)

[mineria-de-agua-sea-de-acuifero-o-rio/](https://www.ocmal.org/toda-mineria-es-mineria-de-agua-sea-de-acuifero-o-rio/)

Organización de Naciones Unidas [ONU]. (2015). *El derecho humano al agua y al saneamiento y sus hitos.*

www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/espanol/icwedecs.html#p4www.un.org/esa/dsd/agenda21_spanish/res_agenda21_18.shtml

Otálvaro, J. J. (2021). *Evaluación del estado actual de la gestión integral del recurso hídrico subterráneo en Colombia.* <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2919>

Pastorino, L. F. (2012). *La situación jurídica del agua en Canadá. Nuevas concepciones para nuevas problemáticas con especial referencia a la provincia de Quebec.*

<https://core.ac.uk/download/pdf/328879614.pdf>

Radcliffe, J. C., & Page, D. (2020). Water reuse and recycling in Australia — history, current situation, and future perspectives. *Water Cycle*, *1*, 19–40.

<https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.005>

República de Colombia. (1999). *Segunda comunicación nacional- Convención marco ante las naciones unidas cambio climático*.

Rettberg, A., Felipe Ortiz-Riomalo, J., & Yañez-Quintero, S. (2014). *Legislando minas Breve recuento de la legislación minera en Colombia (1829-2001)*. www.cadena.com.co

Sánchez, C. (19 de febrero de 2020). *Citar Leyes y Documentos Legales – Referencia Bibliográfica*. Normas APA (7ma edición). <https://normas-apa.org/referencias/citar-leyes-documentos-legales/>

Solanes, M., & Gonzáles-Villarreal, F. (1997). *Los Principios de Dublin Reflejados en una Evaluación Comparativa de Ordenamientos Institucionales y Legales para una Gestión Integrada del Agua*. CEPAL. <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/Tac3s.pdf>

265. <https://doi.org/10.18601/01229893.n35.09>

Universidad Antonio Nariño [UAN]. (2021a). *Repositorio de Tesis de Maestría en Hidrogeología ambiental*. Universidad Antonio Nariño: Derechos Reservados © 2008 - 2021. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/1754>

UAN. (2021b). *Maestría en Hidrogeología Ambiental*. <https://www.uan.edu.co/maestria-en-hidrogeologia-ambiental>

Vargas, M. C. (2010). Propuesta Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad Intrínseca de los Acuíferos a la Contaminación. En *Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial* (Vol. 1, Issue 1021). <https://www.minambiente.gov.co/wp->

<content/uploads/2021/10/Anexo-40.-Propuesta-metodologica-para-la-evaluacion-de-la-vulnerabilidad-a-la-contaminacion-de-acuiferos-1.pdf>