



Realizar estudios financieros, económicos, ambientales y legales para evaluar potencial e implicaciones de implementar proyectos de CCUS en Colombia

Producto 4. Análisis normativo, regulatorio y ambiental

Revisión Final

Abril 2024

Proyecto #: CO-T1654-P006

OUR COMMITMENT, YOUR SUCCESS.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS Y ENFOQUE DE SERVICIOS	5
2.1.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3.	ANÁLISIS DEL MARCO NORMATIVO EXISTENTE	6
3.1.	COMPROMISOS DE COLOMBIA EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO	6
3.1.1.	Ley 164 de 1994.....	6
	Acuerdo de París.....	6
3.2.	REGULACIÓN NACIONAL EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO.....	7
	Conpes 3700 de 2011	7
	Ley 1986 de 2016- Impuesto al carbono.....	8
	Política Nacional de Cambio Climático	9
	Ley 1931 de 2018.....	9
	Resolución MADS 1447 de 2018.	10
	Ley 2169 de 2021.....	11
	Resolución 40350 de 2021.....	12
	Estrategia 2050	12
3.3.	BASES NORMATIVAS PARA EL DESARROLLO DE CCUS	14
	Ley 2099 de 2021 y Ley 2294 de 2023.	14
	Proyecto de Decreto MME.....	15
	Generalidades.....	15
	Habilitantes normativos para la promoción de las tecnologías CCUS.....	18
4.	REQUISITOS Y RECOMENDACIONES LEGALES	19
4.1.	CAPTURA	19
	Permisos y licencias	19
	Incentivos para su implementación	20
4.2.	ALMACENAMIENTO.....	21
	Permisos y licencias	22
	4.2.1. Régimen de responsabilidades	23
4.3.	TRANSPORTE	24
	Licencias para su transporte.....	24
4.4.	USO.....	25
	Viabilidad jurídica	25
	Permisos y licencias	26
	4.4.1. Riesgos ambientales	26
5.	CONCLUSIONES	28
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	31

ABREVIACIONES

Abreviatura	Significado
ANH	Agencias Nacional de Hidrocarburos
ANLA	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
ANM	Agencia Nacional de Minería
CCUS	Carbon Capture, Use and Storage
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de Carbono
CO ₂ eq	Dióxido de Carbono equivalente
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
ENACC	Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático
FNCE	Fuentes no convencionales de energía renovable
GEI	Gases de Efecto Invernadero
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MME	Ministerio de Minas y Energía
MRV	Monitoreo, Reporte y Verificación
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada
PIGCCS	Planes Integrales de Gestión al Cambio Climático Sectoriales
PIGCCME	Plan Integral de Gestión al Cambio Climático para el Sector Minero Energético
PNCTE	Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión
PND	Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026
RENARE	Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
TCO ₂ eq	Tonelada de carbono equivalente

1. Introducción

El análisis normativo y regulatorio de las tecnologías de captura, utilización y almacenamiento de carbono (“CCUS” por sus siglas en inglés) en Colombia surge como una necesidad crucial en el contexto actual de la lucha contra el cambio climático y la transición hacia una economía más sostenible. A medida que el país se enfrenta a la necesidad imperante de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, la implementación eficaz de las tecnologías de CCUS se posiciona como una estrategia fundamental para mitigar los impactos ambientales adversos.

El despliegue exitoso de CCUS depende del establecimiento de marcos legales y regulatorios integrales y robustos para garantizar la gestión efectiva de las actividades de CCUS y el almacenamiento seguro de CO₂. Así las cosas, en este informe se examinará detalladamente el marco normativo existente en Colombia con respecto a las tecnologías de CCUS, abordando aspectos clave que van desde los compromisos nacionales en materia de cambio climático hasta la regulación específica para el desarrollo y ejecución de estas tecnologías. Se presta especial atención a instrumentos legales como la Ley 164 de 1994, el Conpes 3700 de 2011, y el Acuerdo de París (Ley 1844 de 2017), así como a las regulaciones más recientes como la Ley 1931 de 2018, la Ley 2169 de 2021 y la Resolución MME 40350 de 2021.

En paralelo, se exploran las bases normativas para el desarrollo de tecnologías de CCUS, destacando la importancia de la Ley 2099 del 2021 y la Ley 2294 de 2023, junto con la Resolución 1447 de 2018 y el Proyecto de Decreto del Ministerio de Minas y Energía (“MME”), el cual reglamenta artículos de la Ley 2099 de 2021 y del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 adoptado mediante la Ley 2294 de 2023 (“PND”).

A través de este análisis exhaustivo, se busca comprender la evolución del marco normativo colombiano y evaluar su capacidad para respaldar la implementación efectiva de CCUS. Además, se exploran requisitos y recomendaciones específicas para la captura, almacenamiento, transporte y uso de carbono, considerando aspectos legales, permisos, incentivos y riesgos ambientales.

En última instancia, estas conclusiones informarán sobre la eficacia del marco normativo existente y proporcionarán recomendaciones clave para fortalecer y optimizar la regulación de las tecnologías de CCUS en Colombia, contribuyendo así al compromiso del país con la mitigación del cambio climático y el fomento de prácticas ambientalmente sostenibles.

2. Objetivos y enfoque de servicios

En este cuarto componente de la consultoría, se busca identificar las bases normativas que permiten el desarrollo de las tecnologías de CCUS en Colombia y determinar los desarrollos normativos y técnicos necesarios para garantizar la viabilidad de estos proyectos en el país.

2.1. Objetivos específicos

- Identificar los avances que ha hecho Colombia en la reglamentación del cambio climático, como bases y sustento de la necesidad de adopción de tecnologías de CCUS.
- Analizar los avances puntuales que ha hecho el país para incluir regulación sobre CCUS.
- Determinar los vacíos normativos y las brechas que deben cerrarse para garantizar el correcto desarrollo e implementación de estas tecnologías.

Con base en el anterior análisis, identificar los elementos normativos que se requieren para la reglamentación de CCUS en el país.

3. Análisis del marco normativo existente

En este acápite se revisarán las bases de los compromisos de Colombia en materia de mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero, así como el marco normativo existente en cambio climático con el fin de identificar las bases y oportunidades que existen desde el punto de vista legal en el desarrollo de CCUS en el país.

3.1. Compromisos de Colombia en materia de Cambio Climático

3.1.1. Ley 164 de 1994

La Ley 164 de 1994 representa un hito significativo en el compromiso de Colombia con la mitigación y adaptación al cambio climático al ratificar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (“CMNUCC”). Esta Ley establece las bases normativas para abordar los desafíos ambientales y climáticos, reflejando el compromiso del país en el contexto internacional. La ratificación de la Convención Marco por parte de Colombia implicó la adopción de una serie de compromisos en materia de cambio climático, que se resumen en los siguientes puntos:

- Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (“GEI”): La Ley 164 de 1994 establece la obligación de definir y aplicar medidas para reducir las emisiones de GEI. Esto implica la implementación de políticas y acciones destinadas a limitar la contribución de Colombia al calentamiento global.
- Adaptación al Cambio Climático: La normativa también contempla la necesidad de adoptar medidas para facilitar la adaptación a los impactos del cambio climático. Esto incluye estrategias para enfrentar eventos climáticos extremos, cambios en los patrones de precipitación y otros fenómenos relacionados con el cambio climático.
- Promoción del Conocimiento sobre el Cambio Climático: La Ley 164 de 1994 refleja el compromiso de Colombia en promover la comprensión pública de las causas, efectos, magnitud y distribución cronológica del cambio climático. Esto se alinea con el objetivo de sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de abordar este desafío global.

Ahora, si bien la Ley 164 de 1994 fue un instrumento fundamental para la acción de Colombia frente al cambio climático y marcó su primer paso para enfrentar este fenómeno, no fue sino hasta unos años después que se empezaron a ver acciones puntuales aterrizadas al país. En efecto, solo hasta el 2000, mediante la Ley 629 de 2000 por la cual se aprobó el Protocolo de Kyoto a la CMNUCC se considera que, se dio el primer paso importante para materializar los compromisos de reducción, mitigación y adaptación al cambio climático, mediante la adopción de un régimen mundial de reducción y estabilización de las emisiones de GEI, y la definición de la arquitectura esencial para cualquier acuerdo internacional sobre el cambio climático.

3.1.2. Acuerdo de París

El 12 diciembre de 2015, los Estados parte de la CMNUCC, alcanzaron en la conferencia de las Partes 21 en París (COP21) un acuerdo histórico para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones e inversiones necesarias para alcanzar un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono, de manera que se limite el calentamiento global mundial por debajo de los 2 grados centígrados en comparación con los niveles preindustriales.

El Acuerdo de París, entra a reemplazar el Protocolo de Kyoto y logra que todos los países se comprometan en diferente medida en la lucha contra el cambio climático y en la adaptación a sus efectos, obteniendo un mayor apoyo hacia los países en desarrollo. Para ello, el Acuerdo exige que todos los Estados parte definan sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (“NDC”) en las cuales cada país comunica las medidas que tomará para reducir sus emisiones de GEI con el fin de alcanzar los objetivos del Acuerdo de París, así como las medidas y acciones que tomará para crear resiliencia y adaptarse a los efectos del aumento de las temperaturas.

Ahora bien, en Colombia, el Acuerdo de París fue ratificado través de la Ley 1844 del 14 julio de 2017, y como parte de sus compromisos con la ratificación del Acuerdo, Colombia determinó su NDC en 2020 comprometiéndose a *"emitir como máximo 169.44 millones de t CO₂ eq¹ en 2030 (equivalente a una reducción del 51% de las emisiones respecto a la proyección de emisiones en 2030 en el escenario de referencia), iniciando un decrecimiento en las emisiones entre 2027 y 2030 tendiente hacia la carbono-neutralidad a mediados de siglo”².*

Para el cumplimiento de esta meta de reducción, Colombia actualizó su NDC, e identificó un portafolio de 148 medidas, de las cuales 32 son de carácter nacional (lideradas por carteras ministeriales), 89 de carácter subnacional (lideradas por entidades territoriales), 24 lideradas por empresas y 3 específicas para reducción de carbono negro. La mayor parte de las medidas de mitigación sectoriales provienen o estarán plasmadas en los Planes Integrales de Gestión al Cambio Climático Sectoriales (“PIGCCS”).

Además de la reducción de emisiones, Colombia también se comprometió a adaptar sus sistemas sociales y naturales a los efectos del cambio climático. Para ello, el país ha desarrollado la Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático (“ENACC”), que establece un conjunto de medidas para reducir la vulnerabilidad de las personas y los ecosistemas.

Así las cosas, Colombia, al adherirse al Acuerdo de París, se compromete legalmente a implementar medidas concretas para reducir emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a los objetivos globales de limitar el calentamiento global. Estos compromisos no solo tienen implicaciones políticas, sino que también generan efectos tangibles en la formulación de políticas nacionales, impulsando estrategias sostenibles, como lo son las tecnologías de CCUS, y la integración de consideraciones climáticas en diversos sectores.

3.2. Regulación nacional en materia de cambio climático

3.2.1. Conpes 3700 de 2011

El documento Conpes 3700 de 2011 estableció la estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en el país, desempeñando un papel crucial en los compromisos asumidos por Colombia para hacer frente al cambio climático. Este instrumento es de gran importancia para el país ya que fue el primer documento en el cual se deja de pensar el cambio climático como un tema meramente ambiental, y se enfoca como un tema de desarrollo económico y social, que debe integrarse en los procesos de planificación e inversión de los sectores productivos y los territorios, e identifica la necesidad de contar con una institucionalidad para la gestión del cambio climático en el país.

En ese sentido, una de las principales estrategias de este documento Conpes es la creación de la institucionalidad propuesta a fin de coordinar y articular las iniciativas existentes en materia de cambio climático y proponer nuevas, generando que los sectores generen sus propias estrategias

¹ Toneladas de dióxido de carbono equivalentes

² Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC), 2020, <https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20actualizada%20de%20Colombia.pdf>

de adaptación y mitigación sobre unas directrices comunes y claras. Así las cosas, este Conpes sentó las bases de lo que hoy en día conocemos como la institucionalidad del cambio climático en el país (reglamentada por el Decreto 298 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (“MADS”) por el cual se establece la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Cambio Climático (“SISCLIMA”), y dio origen a los planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales y territoriales que se analizarán más adelante.

3.2.2. Ley 1986 de 2016- Impuesto al carbono

El artículo 221 de la Ley 1986 de 2016 creó el impuesto nacional al carbono en respuesta a la necesidad del país de contar con instrumentos económicos para incentivar el cumplimiento de las metas de mitigación de GEI a nivel nacional al desincentivar el uso de los combustibles fósiles e incentivar mejoras tecnológicas para su uso más eficiente.

Los hechos generadores de este impuesto son: (i) la venta dentro del territorio nacional; (ii) el retiro para el consumo propio; (iii) la importación para el consumo propio; o (iv) la importación para la venta de combustibles fósiles

Así, este impuesto consiste en el pago de una tarifa relacionada con el contenido de carbono en los combustibles que están gravados con este impuesto, los cuales son: Gasolina, Kerosene, Jet Fuel, ACPM y Fuel Oil. El gas natural también está gravado, pero solo para su uso en la industria de la refinación de hidrocarburos y la petroquímica, y el gas licuado de petróleo (GLP) pero solo para la venta a usuarios industriales.

Los responsables del impuesto varían dependiendo de los combustibles. Tratándose de gas y derivados del petróleo, los productores y los importadores son los responsables; independientemente de su calidad de sujeto pasivo, cuando se realice el hecho generador. En el caso del carbón, los sujetos pasivos y responsables del impuesto son quienes lo adquieran o utilicen para consumo propio dentro del territorio nacional. Los responsables son quienes autoliquidarán el impuesto.

La Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (“DIAN”) es la entidad responsable del recaudo y administración de este impuesto. El impuesto se declara y paga de manera bimestral, en la forma y plazos que establezca el Gobierno nacional.

Es relevante destacar que los valores establecidos para este impuesto varían según el tipo de combustible y se actualizan anualmente de acuerdo con el Índice de Precios al Consumidor. Para el 2023, la Resolución 000012 del 31 de enero de 2023 de la DIAN ajustó la tarifa del impuesto al carbono de la siguiente manera:

La tarifa corresponde a veintitrés mil trescientos noventa y cuatro pesos con sesenta centavos (\$23.394,60) por tonelada de carbono equivalente y los valores de la tarifa por unidad de combustible serán:

Combustible fósil	Unidad	Tarifa/unidad
Carbón	Tonelada	\$59.587,76
Fuel oil	Galón	\$271,61
Jet fuel	Galón	\$230,52
Kerosene	Galón	\$224,82
Gas Licuado	Galón	\$152,92
ACPM	Galón	\$191
Gasolina	Galón	\$169
Gas Natural	Metro cúbico	\$36

Ahora bien, el parágrafo 1 del artículo 221 de la Ley 1986 de 2016, señala que el impuesto al carbono no se causará en caso que los sujetos pasivos certifiquen ser carbono neutro. En desarrollo de lo anterior, el Decreto 926 del 1 de junio de 2017 del MADS, modificado por el Decreto 446 de 2020, reglamentó el procedimiento para hacer efectiva la no causación del impuesto nacional al carbono al demostrar reducciones de emisiones o remociones de GEI. Este impuesto, y su procedimiento de no causación, son así mismo incentivos para el desarrollo de proyectos de CCUS.

Este impuesto tiene una destinación específica a partir del 1 de enero de 2023. En efecto, el 80% del recaudo se destinará al manejo de la erosión costera, la reducción de la deforestación y su monitoreo; la conservación de fuentes hídricas; la protección, preservación, restauración y uso sostenible de áreas y ecosistemas estratégicos a través de programas de reforestación, restauración, esquemas de Pago por Servicios Ambientales (PSA) priorizando los municipios PDET donde haya presencia de economías ilícitas, incentivos a la conservación, entre otros instrumentos; la promoción y fomento de la conservación y uso sostenible de la biodiversidad; el financiamiento de las metas y medidas en materia de acción climática establecidas en la Ley 2169 de 2021, así como las previstas en la NDC sometida ante la CMNUCC. El veinte por ciento (20%) restante se destinará para la financiación del Programa Nacional Integral de Sustitución de Cultivos de Uso Ilícito (PNIS).

3.2.3. Política Nacional de Cambio Climático

En 2017, el MADS expidió la Política Nacional de Cambio Climático con el fin de aterrizar al contexto nacional, las discusiones que se estaban dando a nivel internacional con el objetivo de “*incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera*”. (Política Nacional de Cambio Climático, 2017).

Esta Política incluye cinco (5) líneas estratégicas: dos territoriales ((i) la estrategia de desarrollo rural resiliente al clima y bajo en carbono, (ii) la estrategia de desarrollo urbano resiliente al clima y bajo en carbono); dos sectoriales ((i) estrategia de desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima y (ii) estrategia de infraestructura estratégica baja en carbono y resiliente al clima); y una articulada a las cuatro (4) de manera transversal (estrategia de manejo y conservación de ecosistemas), que para su implementación se apoyan, a su vez, en cuatro (4) líneas instrumentales: (i) planificación de la gestión del cambio climático, (ii) información, ciencia, tecnología e innovación, (iii) educación, formación y sensibilización a públicos y (iv) financiación e instrumentos económicos.

Dentro de estas líneas instrumentales, la segunda, relacionada con información, ciencia, tecnología e innovación señala que “*Para el desarrollo minero-energético se deben promover (...) la investigación e innovación con respecto a la implementación de energías alternativas no convencionales como la oceánica, termosolar, hidrógenos, biocombustibles, entre otros, y tecnologías de captura y almacenamiento geológico del carbono*”. (Política Nacional de Cambio Climático, 2017). De este modo, es posible concluir que desde el 2017, el Estado Colombiano ya venía pensando en el desarrollo e implementación de CCUS.

3.2.4. Ley 1931 de 2018

La Ley 1931 de 2018, es un cuerpo normativo ambiental de suma importancia, pues establece principios, aspectos institucionales e instrumentos para la gestión del cambio climático. Destaca los principios de corresponsabilidad y autogestión, involucrando a todas las partes en la responsabilidad compartida. A nivel institucional, legaliza el Sistema de Información Nacional sobre Cambio Climático y crea el Consejo Nacional de Cambio Climático para facilitar la coordinación a nivel nacional y regional.

Adicionalmente, introduce los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (“PIGCCS”) a nivel nacional y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (“PIGCCT”) a nivel regional, con un horizonte de planificación inicial hasta 2029, posterior a lo cual el horizonte de planeación será de veinte (20) años. Además, exige la incorporación de la gestión del cambio climático en los Planes de Desarrollo, Planes de Ordenamiento Territorial y en la gestión del riesgo de desastres.

La Ley también incluye el Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (“**RENARE**”) como uno de los instrumentos necesarios para la gestión de información de las iniciativas de mitigación de GEI, como respuesta a la orden impartida por el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015. Este registro será instrumental en la implementación y desarrollo de CCUS en el país ya que permitirá tener información real sobre estos proyectos y sobre las toneladas de GEI capturados, usados y almacenados.

Otro aspecto importante de esta Ley es la creación del Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión (“**PNCTE**”) con el fin de establecer y subastar cupos transables de emisión (entendidos como un derecho negociable que autoriza a su titular a emitir una tonelada de CO₂ u otro GEI por una cantidad equivalente a una tonelada de CO₂). De acuerdo con el artículo 30 de la Ley 1931, este programa podrá otorgar un cupo transable de emisión por cada tonelada de CO₂ equivalente que sea reducida o removida y que esté debidamente verificada, certificada y registrada en el RENARE. Si bien este programa aún no está reglamentado, se espera que, en el primer semestre de 2024, el MADS publique para comentarios dicha reglamentación. Dicha reglamentación se considera esencial para el desarrollo de CCUS, puesto que la implementación del programa podrá ser un incentivo para que particulares inviertan e implementen proyectos CCUS.

3.2.5. Resolución MADS 1447 de 2018.

La Resolución 1447 de 2018 del MADS, modificada por la Resolución 831 de 2020, también conocida como el marco normativo para el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (“**MRV**”) en Colombia, representa una pieza clave en la regulación de las acciones de mitigación de GEI a nivel nacional. Su propósito fundamental es garantizar la transparencia y confiabilidad en la información vinculada a estas medidas, estableciendo un conjunto de directrices exhaustivas.

Su objeto principal consiste en la reglamentación del MRV de acciones de mitigación a nivel nacional, involucrando un proceso que incluye monitoreo, reporte y verificación. Dichos componentes son esenciales para evaluar el progreso y el impacto de las acciones de mitigación de GEI, así como para presentar estos datos de manera clara y transparente y, finalmente, someterlos a una auditoría independiente que asegure su confiabilidad. La Resolución 1447 de 2018 aplica a todas las entidades, sean estas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que busquen registrar iniciativas de mitigación de GEI para acceder a pagos por resultados o compensaciones similares. Además, sirve como instrumento para demostrar el cumplimiento de metas nacionales de cambio climático establecidas bajo la CMNUCC.

La Resolución también introduce definiciones cruciales, como la de "Iniciativa de mitigación de GEI", que abarca programas, proyectos, acciones o actividades orientadas a reducir, evitar, remover y capturar GEI a diferentes escalas. Asimismo, incorpora el concepto de "Permanencia", que considera la longevidad y estabilidad de un depósito de carbono, tomando en cuenta el manejo y alteración ambiental.

Esta resolución establece en su artículo 4 que todos los titulares de las iniciativas de mitigación de GEI que pretendan optar a pagos por resultados o compensaciones similares, o demostrar el cumplimiento de metas nacionales de cambio climático establecidas bajo la CMNUCC, deben realizar el monitoreo, reporte y verificación de sus acciones de mitigación de GEI de acuerdo con los principios del Sistema MRV de acciones de mitigación a nivel nacional y las reglas de contabilidad establecidas en la presente resolución.

Por otro lado, esta Resolución desarrolla lo dispuesto en la Ley 1931 en lo relacionado con el RENARE, reiterando la obligación de registrar todas las iniciativas de mitigación de GEI en el territorio nacional que pretendan optar a pagos por resultados o compensaciones similares, y/o demostrar el cumplimiento de metas nacionales de cambio climático establecidas bajo la CMNUCC desde su fase de factibilidad.

La fase de Factibilidad es aquella es la que se determina la viabilidad técnica y financiera de la iniciativa para lo cual se debe suministrar información sobre los participantes, objetivos, alcance, ubicación geográfica, fuentes de emisión y remoción, actividades de mitigación, costos y potencial de reducción de emisiones, entre otros.

Posteriormente en la etapa de Formulación se representa el diseño detallado de la iniciativa. Aquí, se establecen la línea base, metas de mitigación, co-beneficios esperados, indicadores de monitoreo y reporte, mecanismos de validación de la línea base, diseño detallado de actividades REDD+, y salvaguardas ambientales y sociales. Esta fase sienta las bases detalladas para la implementación futura.

En la fase de Implementación, se ejecutan las acciones definidas en la formulación de la iniciativa. Durante esta etapa, se busca informar sobre el avance de los indicadores de monitoreo y reporte, incluyendo los resultados de mitigación verificados y cancelados. La implementación tiene como objetivo principal llevar a cabo las acciones planificadas y asegurar que se alcancen los objetivos propuestos.

La fase de Cierre finaliza la implementación de la iniciativa. Aquí, se proporciona un informe detallado sobre la conclusión de las acciones de mitigación, consolidando los resultados obtenidos y evaluando el cumplimiento de los objetivos propuestos. Esta etapa ofrece una revisión completa de la iniciativa, destacando logros y lecciones aprendidas para futuros proyectos.

Adicionalmente, la Resolución establece criterios de adicionalidad rigurosos. Las acciones de mitigación se consideran adicionales si no habrían ocurrido sin la iniciativa y generan un beneficio neto a la atmósfera respecto a la línea base. Excluyendo específicamente acciones derivadas de preservación y restauración en áreas estratégicas, así como la captura de dióxido de carbono por el bosque natural que permanece sin cambios. En conjunto, la Resolución 1447 de 2018 establece un marco completo y detallado que regula el MRV de acciones de mitigación de GEI en Colombia.

3.2.6. Ley 2169 de 2021

La Ley 2169, promulgada el 22 de diciembre de 2021 (la “[Ley 2169](#)” o la “[Ley de Acción Climática](#)”), impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática. Esa Ley, amplía significativamente la acción gubernamental para abordar el cambio climático, imponiendo medidas a corto, mediano y largo plazo tanto a nivel nacional como territorial. Su enfoque se centra en la mitigación de los impactos del cambio climático y la adaptación efectiva de estrategias, respondiendo a compromisos internacionales y estableciendo nuevas obligaciones para el sector de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Estas nuevas responsabilidades se traducen en metas específicas de mitigación, adaptación e implementación, respaldadas por medidas de cumplimiento.

La Ley aborda temas cruciales al destacar la importancia de fortalecer los mercados de carbono para impulsar la economía nacional. Además, reconoce los proyectos de hidrógeno verde como de utilidad pública e interés social. Se permite a los titulares de obligaciones de compensación bióticas migrar hacia iniciativas de mitigación de GEI, y se contempla la posibilidad de reconocer predios privados como áreas de conservación, consolidando una visión integral de conservación ambiental y desarrollo sostenible.

En términos específicos, la Ley de Acción Climática establece metas ambiciosas: busca una reducción del 51% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el año 2030, en comparación con el escenario de referencia de la NDC. Este enfoque concreto refleja un compromiso sólido con la reducción de emisiones en Colombia y respalda la transición por medio de iniciativas de mitigación de GEI, lo cual promueve el uso de las tecnologías de CCUS.

En esta misma línea, dentro de las medidas del Sector Minas y Energía para el logro de las metas en materia de mitigación, se incluye la implementación de medidas de eficacia de quema y la mejora de la información sobre la generación de emisiones fugitivas y medidas para su captura, recuperación y/o aprovechamiento con el fin de monitorear, controlar y reducir dichas emisiones. Esta medida de captura de carbono también está incluida en el artículo que 10 de la Ley que establece las medidas del sector agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural.

3.2.7. Resolución 40350 de 2021

La Resolución 40350, emitida el 29 de octubre de 2021 por el Ministerio de Minas y Energía (“MME”), es un avance significativo en la gestión del cambio climático en el sector minero energético de Colombia al modificar la Resolución 40807 de 2018 por la cual se adoptó el Plan de Gestión Integral del Cambio Climático para el Sector Minero Energético, en el sentido de hacerlo compatible con la estrategia sectorial a largo plazo de carbono neutralidad a 2050 (“PIGCCme”). El PIGCCme establece un objetivo ambicioso para 2050 en cuanto a la carbono neutralidad y la resiliencia climática. La reducción de la vulnerabilidad de la industria al cambio climático es su principal objetivo, así como la promoción de un desarrollo bajo en carbono a nivel sectorial, fortaleciendo y protegiendo la sostenibilidad y competitividad de la industria, para en el largo plazo alcanzar la carbono-neutralidad.

Este plan se compone por tres componentes principales: la mitigación, adaptación y gobernanza. En el componente de mitigación, el objetivo principal es disminuir las emisiones de GEI del sector minero-energético a través de estrategias para fomentar la eficiencia energética, avanzar hacia fuentes de energía más limpias, llevar a cabo una gestión eficiente de la demanda y disminuir las emisiones fugitivas del sector de hidrocarburos. Dentro de las estrategias propuestas se encuentra la sustitución del uso tradicional de combustibles fósiles lo cual busca apoyar la viabilización reglamentaria de los proyectos que permitan la reducción de emisiones de GEI que impulsen el uso de nuevas tecnologías, basadas en combustibles cero y bajos en emisiones, como Hidrógeno, geotermia, biomasa y tecnologías de CCUS.

La componente de adaptación se enfoca en incorporar la gestión del riesgo climático en los niveles de decisión del sector a fin de reducir los impactos generados por la variabilidad climática y el cambio climático sobre la industria, y contribuir a mejorar su competitividad. Para ello, se propone fomentar la construcción de infraestructura resiliente, la incorporación de la gestión del cambio climático en la planificación sectorial, la gestión sostenible del entorno y el intercambio de información para la adaptación.

Finalmente, el componente de gobernanza se enfoca en mejorar las habilidades institucionales, técnicas y de gestión del sector para enfrentar el cambio climático. En este componente se priorizan los mercados de carbono, la economía circular, la movilidad de cero y bajas emisiones.

Así las cosas, es claro que el PIGCCme considera las tecnologías de CCUS como una estrategia primordial para alcanzar la carbono neutralidad en 2050 pues con ellas, se ayudaría a reducir las emisiones de GEI.

3.2.8. Estrategia 2050

La Estrategia 2050 (“E2050”) es un instrumento de política pública del Estado Colombiano que busca orientar las acciones nacionales, sectoriales y territoriales para construir un futuro resiliente al clima en el país. Representa una iniciativa estratégica destinada a configurar un modelo de desarrollo sostenible en el país, fundamentado en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y en la adaptación proactiva al cambio climático. Su meta primordial consiste en lograr la neutralidad climática para el año 2050, aspirando a que las emisiones de gases de efecto invernadero se equiparen con las absorciones o eliminaciones posibles de la atmósfera. La transformación integral

propuesta por la Estrategia 2050 se fundamenta en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero y se alinea con los compromisos establecidos en la NDC, así como con los avances de la Tercera Comunicación Nacional.

A partir de estos parámetros y en colaboración con los participantes en el proceso, se han delineado nueve apuestas estratégicas y 48 transformaciones que buscan afrontar estos cambios estructurales, enfocándose en la construcción de una sociedad y economía resilientes al clima. Entre las apuestas estratégicas o transformaciones en el E2050 para mitigar los GEI, se destaca el papel de las tecnologías de CCUS, al enfatizar la necesidad de mejorar la eficiencia energética desde el presente y evaluar las oportunidades que brindan las tecnologías CCUS y otras estrategias de compensación (E2050, 2021).

En este contexto, se subraya que el interés en las tecnologías de CCUS ha experimentado un notable crecimiento a nivel global en los últimos años. En efecto, según la Agencia Internacional de Energía, a 2023 existen más de 40 instalaciones comerciales en operación y 500 proyectos en diversas fases de desarrollo en toda la cadena de valor de CCUS, y se espera que para 2030 se tengan 50 nuevas instalaciones de captura para 2030, capturando alrededor de 125 millones de toneladas de CO2 (IEA, 2023). La Tabla 1 muestra el rango de costos de captura de una tonelada de CO2 para diferentes sectores. Esta nos permite entender porque la mayor cantidad de proyectos de CCUS se desarrollan en el sector de producción de etanol, refinería y termoeléctrica, donde la captura de CO2 resulta relativamente económica. Frente a esto, se destaca la urgencia de esfuerzos para acelerar la innovación y establecer marcos políticos habilitantes, tanto regulatorios como financieros. Estos no solo impulsarían el desarrollo de nuevas tecnologías para diversificar la matriz energética, sino que también contribuirían al objetivo de la neutralidad de carbono y a la transformación de sectores con emisiones difíciles de reducir.

Tabla 1. Costos estimados de captura de una tonelada de CO2 en diferentes sectores

(USD)

Costos estimados de captura por fuente de carbono	Valor (min)	Valor (max)
Termoeléctrica de carbón	54	82
Termoeléctrica de gas natural	67	130
Refinerías	27	106
Cemento	45	142
Etanol	2	35
Extracción de petróleo	60	120
Hidrógeno	64	107

Fuente: (Budinis, 2018)

Al respecto, la E2050 señala que *“En especial, las tecnologías de captura, almacenamiento y uso de dióxido de carbono (CCUS) requieren un rol de mayor importancia en la transición energética colombiana, debido a que no generan competencia por terreno u otros desafíos secundarios y son el único grupo de tecnologías que contribuyen de manera dual, reduciendo emisiones en los principales sectores de la economía de una manera directa y removiendo CO2 al balance de emisiones que no se pueden evadir, siendo este un parámetro crítico para alcanzar el «cero neto» al 2050”.*

3.3. Bases normativas para el desarrollo de CCUS

Habiendo revisado las bases de los compromisos de Colombia en materia de Cambio Climático y los desarrollos normativos que el país ha tenido en la materia, a continuación, se estudian los instrumentos normativos específicos que introducen tecnologías de CCUS en la regulación nacional, a fin de identificar los aspectos que regulan, y empezar a identificar aquellos aspectos que aún deben desarrollarse para viabilizar el desarrollo de esta tecnología.

3.3.1. Ley 2099 de 2021 y Ley 2294 de 2023.

La Ley 2099 del 10 de julio de 2021 (la “Ley 2099”), conocida como la Ley de Transición Energética, estableció una serie de disposiciones para la transición energética en Colombia, con el fin de modernizar la legislación existente y diversificar la matriz energética, a través de la utilización, desarrollo y promoción de fuentes no convencionales de energía. Esta ley, modifica la Ley 1715 de 2014 que reguló la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, adicionando las definiciones de hidrógeno verde y azul y modificando los beneficios tributarios relacionados con las Fuentes No Convencionales de Energía (“FNCE”), entre otros. En este capítulo no nos detendremos en estos beneficios, ya que ya los hemos abordado en un capítulo anterior.

Ahora bien, en materia de CCUS, esta es la primera norma en Colombia que introduce el concepto de CCUS y da las primeras puntadas para su regulación. En efecto, el artículo 22 de la Ley 2099 dispone que el Gobierno nacional desarrollará la reglamentación necesaria para la promoción y desarrollo de las tecnologías de CCUS. Así mismo, dicho artículo, modificado por Ley 2294 de 2023, que corresponde al Plan Nacional de Desarrollo (“PND”) para el período 2022-2026, trae la primera definición de CCUS, a saber:

Se entiende por CCUS, el conjunto de procesos tecnológicos cuyo propósito es reducir las emisiones de carbono en la atmósfera, capturando el CO2 generado a grandes escalas para almacenarlo en el subsuelo de manera segura y permanente o usarlo como insumo en diferentes procesos productivos o en la prestación de servicios en los que se requiera. Para el desarrollo de proyectos de captura, uso y almacenamiento de dióxido de carbono en el subsuelo, el Ministerio de Minas y Energía establecerá los lineamientos generales que deberán desarrollar las entidades competentes con el fin de determinar sus requisitos y condiciones técnicas. El Ministerio de Minas y Energía reglamentará lo correspondiente al almacenamiento del CO2 en el subsuelo para todos los sectores de la economía.

Es importante resaltar que, de acuerdo con el párrafo 2 del artículo en comento, las inversiones, los bienes, equipos y maquinaria destinados a la captura, utilización y almacenamiento de carbono gozarán de los beneficios de descuento del impuesto sobre la renta al que se refiere el artículo 255 del Estatuto Tributario; exclusión de IVA de que trata el numeral 16 del artículo 424 del Estatuto Tributario; depreciación acelerada establecido en el artículo 14 de la Ley 1715 de 2014. Para lo cual se deberán registrar los proyectos que se desarrollen en este sentido en el RENARE y solicitar certificación de la UPME como requisito previo a la obtención de dichos beneficios.

Así mismo, el artículo 24 de esta Ley señala que el MME estará encargado de promover la reconversión de proyectos de minería e hidrocarburos que contribuyan a la transición energética, para lo cual la Agencia Nacional de Hidrocarburos (“ANH”) y la Agencia Nacional de Minería (“ANM”) podrán diseñar mecanismos y acordar condiciones en contratos vigentes y futuros que incluyan e incentiven la generación de energía a través de FNCE, el uso de energéticos alternativos, y la captura, almacenamiento y utilización de carbono.

Por otro lado, el artículo 57 de esta Ley dispone que el Gobierno nacional definirá los mecanismos y metodologías de medición y verificación objetivas y transparentes que garanticen que toda

tecnología de CCUS tengan un balance cero emisiones netas con el fin de garantizar el cumplimiento de manera estricta con la NDC de Colombia.

Así las cosas, esto, sumado a las diferentes disposiciones sobre captura de carbono, son los elementos normativos actuales que marcan el inicio del enfoque de Colombia en la utilización de CCUS para la mitigación de los GEI. De lo anterior, es claro que aún queda un camino largo por recorrer puesto que deben regularse cada uno de los aspectos asociados a la captura, uso, transporte y almacenamiento de carbono en el país. Sin embargo, el MME ya ha hecho significantes esfuerzos en la materia, y a emitido un proyecto de decreto que reglamenta los artículos 22 y 57 de la Ley 2099 y el 264 del PND y que nos brinda las primeras claves de lo que será la regulación en la materia.

3.3.2. Proyecto de Decreto MME

En junio de 2023 el MME, publicó para comentarios el proyecto de Decreto “Por el cual se reglamentan parcialmente los artículos 22 y 57 de la Ley 2099 de 2021, el artículo 264 de la Ley 2294 de 2023 que adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 y se adiciona el Título VIII a la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1073 de 2015, en relación con la implementación de tecnologías de Captura, Utilización y Almacenamiento de carbono (CCUS)” (el “Proyecto de Decreto”).

Este Proyecto de Decreto representa un paso importante en el desarrollo de las tecnologías CCUS en Colombia puesto que el MME reconoce la importancia del uso de estas tecnologías para lograr la reducción de las emisiones de GEI en un 45% para 2030 respecto de los niveles de 2010 para a su vez, limitar el incremento de la temperatura promedio del planeta en 1.5°C, de acuerdo con las estimaciones del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

Así las cosas, el Proyecto de Decreto establece los lineamientos generales que deben ser desarrollados regulatoriamente para cada una de las fases de este tipo de proyecto, así como su gobernanza y alineación con el sistema de medición, reporte y verificación de mitigación de GEI.

No obstante, es importante tener en cuenta que este es un proyecto de decreto, por lo que aún puede haber cambios con el decreto oficial que sea emitido por el MME. Sin perjuicio de lo anterior, a continuación se presentan los principales aspectos regulados por el Proyecto de Decreto.

3.3.3. Generalidades

El Proyecto de Decreto inicia estableciendo definiciones cruciales para el avance de la tecnología CCUS, y que proporcionan claridad y comprensión sobre los elementos fundamentales del Proyecto de Decreto, dentro de las cuales se destacan las siguientes:

- **Almacenamiento de Dióxido de Carbono o Almacenamiento:** Inyección de Dióxido de Carbono Capturado en sitios que permitan su depósito permanente y seguro, disolución y/o mineralización segura, como también la mineralización natural o mejorada en rocas expuestas a la atmósfera terrestre.
- **Captura de Dióxido de Carbono o Captura:** Es aquella que se hace a partir de tecnologías que permiten separar y/o capturar el dióxido de Carbono (CO₂) de flujos de gas resultantes de procesos de generación de energía e industriales, así como directamente de la atmósfera, para su tratamiento y posterior, transporte, utilización o almacenamiento. En los procesos industriales, estas tecnologías se clasifican de acuerdo con la etapa en que se da la captura, estas son: precombustión, poscombustión y oxcombustión, entre otros.

- **Sitios de Almacenamiento.** Formaciones geológicas localizadas en el subsuelo de los bloques o títulos mineros cuyas características mecánicas permiten el Almacenamiento e impermeabilidad del dióxido de carbono (CO₂). Para efectos de este Título, estas formaciones comprenden: reservorios y yacimientos de hidrocarburos y gas agotados o en declive de producción, mantos de carbón no explotables, acuíferos salinos no aptos para consumo humano o agrícola, rocas máficas y ultramáficas, entre otros que defina el Ministerio de Minas y Energía.
- **Transporte de Dióxido de Carbono Capturado o Transporte:** Actividad a través de la cual se conectan las fuentes en las que se captura el dióxido de carbono (CO₂) con los Sitios de Almacenamiento de carbono o las actividades de utilización.
- **Utilización del Dióxido de Carbono Capturado o Utilización:** Son todas aquellas actividades que permitan la utilización del Dióxido de Carbono Capturado en una nueva cadena de producción, tales como el uso directo en la recuperación mejorada de petróleo (EOR), la transformación química para obtener productos o materiales de valor agregado (combustibles, alimentos, químicos, materiales de construcción y otros productos), entre otros.

Luego, se estructura en dos capítulos distintos. El primero, de generalidades, atribuye responsabilidades a diversas entidades para abordar cada fase del proceso de CCUS. Mientras tanto, el segundo capítulo denominado “habilitantes normativos” establece las líneas generales y temáticas que deberá ser desarrollados mediante regulación adicional por parte de los diferentes ministerios con el fin de garantizar la viabilidad de este tipo de proyecto.

Un aspecto importante de este primer apartado del Proyecto de Decreto es que dispone que la implementación de las tecnologías de CCUS, se considerará una iniciativa de mitigación de gases de efecto invernadero, en los términos de la Resolución 1447 de 2018 del MADS o la norma que la modifique, adicione o sustituya, lo cual implica que deberá registrarse en el RENARE como ya lo había establecido la Ley 2099 y podrán utilizarse para obtener certificados de reducción de emisiones o bonos de carbono para comercializar en los mercados voluntarios.

Captura de dióxido de carbono

Además de la definición de captura que se mencionó anteriormente, el Proyecto de Decreto incluye dos (2) artículos sobre la materia. El primero asigna al MME la responsabilidad, en coordinación con entidades cruciales como el MADS, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, de expedir reglamentos técnicos de manera independiente y en el marco de sus competencias para establecer requisitos mínimos que deben cumplir los diseños, instalación y los equipos utilizados para la captura de CO₂, y las entidades que serán responsables de hacer seguimiento a éstos.

Así las cosas, en un primer lugar, es posible identificar que para el desarrollo de proyectos de captura se deberá esperar a la emisión de dichos reglamentos técnicos. A través de estos reglamentos, las carteras ministeriales deberán reglamentar entre otros lo siguiente: el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo deberá determinar los criterios de calidad de los sistemas y equipos para la captura de carbono, mientras que el MADS podrá establecer las sustancias permitidas para realizar la captura y los estándares y monitoreos necesarios para el desarrollo del proyecto a fin de garantizar el control de las emisiones y los permisos y licencias requeridos para el desarrollo de esta actividad. Por último, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, en el marco de sus competencias, deberá emitir los términos de referencia y criterios para realizar convocatorias a nivel nacional para el fortalecimiento de capacidades, innovación y productividad en materia de captura de CO₂, incluyendo la conformación de un banco de propuestas elegibles enfocadas en programas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación para el apoyo de ecosistemas de investigación e innovación dirigidos al desarrollo, adopción y adaptación de tecnologías para apoyar el proceso de descarbonización de la economía, incluyendo alternativas sostenibles para la captura del CO₂.

El párrafo del primer artículo señala que quienes implementen tecnologías de captura de Dióxido de Carbono deberán garantizar el transporte y la utilización uso del Dióxido de Carbono Capturado, ya sea de manera autónoma o mediante acuerdos con terceros interesados. Así las cosas, el Proyecto de Decreto es claro en que un proyecto de captura debe ser integral con las demás fases de transporte, almacenamiento y/o uso.

El segundo artículo trata sobre la garantía de reducción de emisiones, donde establece que la implementación de las tecnologías de Captura de Dióxido de Carbono deberá asegurar que la energía utilizada provenga de fuentes de combustibles con bajas emisiones o nulas. De igual manera, se destaca la importancia de que la energía aprovechada por estas tecnologías provenga principalmente de su proceso de combustión principal. Este enfoque subraya el compromiso con prácticas energéticas más sostenibles y eficientes.

Transporte y utilización del CO2 capturado.

El segundo aspecto abordado por el Proyecto de Decreto es el referente al uso del carbono considerando la progresión de la tecnología CCUS. El Proyecto de Decreto destaca, en primera instancia, la integración del Dióxido de Carbono Capturado en la Estrategia Nacional de Economía Circular ordenando al Comité Mixto Técnico de Sostenibilidad, en el marco del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (“SNCI”), el desarrollo de actividades específicas que impulsen la utilización del CO2 capturado. Este cambio implica ajustes en ciertas normativas, como el Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y Turismo.

Además, en el ámbito del recobro mejorado en operaciones petroleras, el Proyecto de Decreto le delega a MME la elaboración de la reglamentación técnica para la implementación del recobro mejorado con Dióxido de Carbono Capturado como medida de utilización, atendiendo las recomendaciones que deberá dar la ANH. Al término de su ciclo de vida, esta medida incluirá la disposición final del dióxido de carbono CO2.

En lo que respecta a la habilitación de la infraestructura de servicios públicos para el transporte del Dióxido de Carbono Capturado, el Proyecto de Decreto asigna al MME y al MADS la responsabilidad de establecer las condiciones operativas, reglas y especificaciones técnicas para la infraestructura nueva y/o designada destinada a facilitar el transporte del carbono capturado. Este enfoque considera criterios esenciales para el transporte de CO2 capturado, tales como la creación de nueva infraestructura de transporte y utilización, así como las especificaciones sobre la calidad y presión requeridas para el transporte. Adicionalmente, se impone a la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG y la Unidad de Planeación Minero-Energética – UPME la obligación de evaluar, en el marco de sus funciones y competencias, la pertinencia técnica y las condiciones en las que se podría utilizar infraestructura de transporte y distribución de gas natural para transporte y disposición de CO2 y, en caso de ser viable, se establecerán los ajustes en las metodologías de remuneración para dicha infraestructura que sean necesarios.

Almacenamiento de CO2 capturado.

En relación con el almacenamiento del CO2 capturado, el Proyecto de Decreto dispone que el MME y el MADS serán responsables de expedir los reglamentos técnicos necesarios para la inyección y almacenamiento permanente y seguro del Dióxido de Carbono capturado. En el proceso de elaboración de estos reglamentos, se destaca la importancia de considerar los conceptos o recomendaciones presentados por instituciones clave, entre las cuales se incluyen el Servicio Geológico Colombiano (“SGC”), la ANH, la ANM y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (“ANLA”).

Es relevante mencionar que el Proyecto de Decreto plantea la posibilidad de almacenar el gas asociado a la producción de hidrocarburos, cuyo aprovechamiento energético no sea costo eficiente, en reservorios dentro del mismo campo petrolero. No obstante, esta opción debe ser

cuidadosamente evaluada, teniendo en cuenta la integridad mecánica de los pozos adyacentes para evitar impactos adversos en el yacimiento, garantizando así el almacenamiento del gas y evitando su afloramiento. Por último, se delega al MME la definición de la autorización o permisos operativos que los interesados deben obtener para llevar a cabo el Almacenamiento de Dióxido de Carbono Capturado.

3.3.4. Habilitantes normativos para la promoción de las tecnologías CCUS

En el segundo segmento del Proyecto de Decreto, se abordan los factores habilitantes que respaldarán el impulso de las tecnologías CCUS tales como los permisos ambientales que se requerirán, la necesidad de fomentar la investigación e innovación, la necesidad de regular los proyectos piloto, entre otros.

En efecto, el primer punto que se destaca es la obligación en cabeza del MADS de definir las etapas y/o actividades de los proyectos que incluyan tecnologías de CCUS y los permisos o licencias ambiental que les serán aplicables. Así mismo, se establece la obligación de la ANLA de emitir los Términos de Referencia específicos de aquellos proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento que no cuenten con términos genéricos adoptados por el MADS. Al respecto, conviene señalar que el MADS está trabajando en una propuesta de modificación del Decreto 1076 de 2015 en lo relacionado con las actividades sujetas a licenciamiento ambiental, dentro de las cuales se incluirán los proyectos de CCUS.

En segundo lugar, el Proyecto de Decreto identifica la necesidad de fomentar la investigación e innovación en materia de CCUS, por lo cual delega en el SGC, la ANH y la ANM la creación del Centro de Investigación de Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CICUAC), cuyo objeto será promover la formación de capacidades científicas, técnicas y tecnológicas para la investigación, desarrollo tecnológico, e innovación de las Tecnologías de Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono.

Adicionalmente, el Proyecto de Decreto pone en cabeza del MME en coordinación con el MADS (i) el diseño de las estrategias para la divulgación y fortalecimiento del conocimiento de las tecnologías de CCUS y (ii) la definición de las características técnicas iniciales para habilitar la implementación de pilotos de tecnologías de CCUS.

De lo anteriormente expuesto, es claro que, si bien el Proyecto de Decreto sienta las bases para el desarrollo de tecnologías y proyectos CCUS en el país, y define los elementos regulatorios que deberán ser desarrollados por las diferentes entidades, existe aún un trecho largo para regular todos los aspectos relacionados con el desarrollo de estas tecnologías de manera que se asegure su factibilidad. No obstante, es importante resaltar que, si bien se deben crear instrumentos normativos para asegurar el correcto y seguro desarrollo de las CCUS, no existe actualmente en el país una regulación que los prohíba y que no permita su ejecución. Por el contrario, todas las disposiciones normativas expuestas en este acápite permiten afirmar que las CCUS se ajustan al marco normativo colombiano y que se constituirán, una vez sea reguladas, en una herramienta clave para el cumplimiento de las metas de Colombia en materia de mitigación del cambio climático y de la emisión de GEI.

4. Requisitos y recomendaciones legales

En esta sección, se examinarán los requisitos y recomendaciones legales que guían el desarrollo de las tecnologías de CCUS en Colombia. Este capítulo analiza cada fase del proceso, desde la captura del CO₂ hasta su almacenamiento seguro, proporcionando información sobre los progresos realizados y los desafíos normativos pendientes.

4.1. Captura

La captura de dióxido de carbono constituye el pilar esencial dentro de las prácticas asociadas a la tecnología de CCUS. A pesar de que la normativa en Colombia en torno a este proceso está en constante desarrollo, resulta imperativo considerar las disposiciones ya establecidas que proporcionan el marco inicial para su regulación. **La Resolución 1447 de 2018 desempeña un papel fundamental al definir el CO₂ desde una perspectiva normativa en Colombia.** Dicha resolución identifica al CO₂ como el principal gas de efecto invernadero antropogénico, que incide directamente en el equilibrio de radiación del planeta.

Dentro del mismo contexto normativo, **la Resolución 1447 de 2018 también establece la captura de gases de efecto invernadero GEI como parte integral de las iniciativas de mitigación de estos gases. Esta resolución delinea de manera específica el proceso de inscripción de estas iniciativas en el RENARE.** La resolución detalla las fases cruciales que deben atravesar estas iniciativas, desde la evaluación de factibilidad hasta la formulación, implementación y cierre, proporcionando un marco estructurado para la gestión y supervisión de los proyectos de captura de CO₂ en el país. En adición a lo establecido por la Resolución 1447 de 2018, el marco normativo se ve complementado por el Proyecto de Decreto mediante el cual el Gobierno colombiano delega a entidades públicas la responsabilidad de elaborar especificaciones técnicas y gestionar licenciamientos vinculados a la captura de dióxido de carbono.

Ahora bien, a pesar de que las bases están sentadas, tal y como se describió en la sección anterior, existen aspectos pendientes por regular. En esta sección, se aborda el análisis de los permisos y licencias necesarios en el ámbito de la captura de carbono, así como los incentivos adicionales requeridos para promover el desarrollo de estas tecnologías. Exploraremos los vacíos normativos y las oportunidades de mejora en la legislación, considerando no solo los beneficios tributarios otorgados por la Ley 2099 de 2021, sino también otros aspectos cruciales que puedan fomentar el crecimiento sostenible de estas iniciativas en Colombia.

4.1.1. Permisos y licencias

A pesar de los avances normativos registrados hasta el momento, la regulación en el ámbito de la captura de CO₂ en Colombia está aún en fase de desarrollo. Esta situación plantea la necesidad de abordar y reglamentar diversos aspectos para fortalecer el marco legal, entre los cuales se destacan:

- **Autorización para el uso de técnicas de captura:** Actualmente, está pendiente definir la autorización que regirá el uso de todas las técnicas de captura disponibles, tales como pre-combustión, postcombustión y oxicomustión. En este sentido, **es crucial determinar si se implementará un reglamento específico para cada técnica con permisos diferenciados o si se optará por un único permiso técnico que abarque todas las modalidades.** A modo de referencia, en Indonesia, el Reglamento MEMR 2/2023, que regula las tecnologías CCUS, ofrece claridad al respecto, delineando de manera específica las formas de captura de carbono, incluso abarcando la captura del carbono emitido por actividades de combustión (The Jakarta Post, 2023).
- **Reglamentos técnicos para la Captura de Dióxido de Carbono:** Adicionalmente, es esencial establecer reglamentos técnicos mediante la expedición de las entidades mencionadas en el Proyecto de Decreto. Estos reglamentos deben fijar los requisitos mínimos para los diseños, la instalación y los equipos utilizados en la captura de dióxido de carbono. Es esencial destacar que el desarrollo de estos reglamentos técnicos debe llevarse a cabo en estricta coherencia con la normativa vigente, particularmente al alinearse con las disposiciones del **artículo 3 del Decreto 1595 de 2015.**
- **Integración de la captura con las demás fases:** De acuerdo con lo establecido en el Proyecto de Decreto, **quienes implementen tecnologías de captura de Dióxido de Carbono deberán garantizar el transporte y la utilización uso del Dióxido de Carbono Capturado, ya sea de manera autónoma o mediante acuerdos con terceros interesados.** Así las cosas, es claro que un proyecto de captura es integral con las demás fases y componentes de CCUS, lo cual implicará que los permisos aplicables para una de las etapas, podrá serlo para las otras, particularmente en materia ambiental si se consideran como parte de un mismo proyecto y si el MADS determina que requerirá de licencia ambiental para el desarrollo de estas tecnologías en sus diferentes fases.

Ahora bien, al considerar el dióxido de carbono capturado, surge la necesidad de examinar la regulación vinculada a sustancias químicas derivadas de la captura de carbono. En Colombia, sustancias como el amoníaco (NH₃), metanol (CH₃OH), dimetil éter (DME) y ácido sulfúrico (H₂SO₄), derivadas de este proceso, están reglamentadas como sustancias controladas según la Resolución 0001 del 8 de enero de 2015. Para el manejo y uso de estas sustancias, se requiere el certificado de carencia de informes por tráfico de estupefacientes o, en casos excepcionales, un permiso extraordinario otorgado por un periodo de 90 días.

4.1.2. Incentivos para su implementación

En el contexto normativo colombiano, la Ley 2099 de 2021 representa un avance significativo al establecer beneficios tributarios para los proyectos de CCUS. No obstante, al observar la realidad nacional y considerando las experiencias de otros países, se identifica la necesidad de impulsar la implementación de proyectos de captura de dióxido de carbono CO₂ mediante incentivos adicionales. Un ejemplo destacado es la Unión Europea, que ha adoptado la Autorización Ambiental Integrada como un instrumento eficaz de gestión ambiental, vinculando las tecnologías de captura de CO₂ a los procesos de licenciamiento de instalaciones de generación térmica. El artículo 33 de la Directiva 2009/31/CE de la Unión Europea, establece lo siguiente:

“Los Estados miembros garantizarán que los titulares de todas las instalaciones de combustión con una producción eléctrica nominal igual o superior a 300 megavatios a las que se haya concedido la primera licencia de construcción o, en ausencia de dicho procedimiento, la primera licencia de explotación, después de la entrada en vigor de la Directiva 2009/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa

al almacenamiento geológico de dióxido de carbono, hayan evaluado si cumplen las siguientes condiciones:

- que disponen de emplazamientos de almacenamiento adecuados,*
- que las instalaciones de transporte son técnica y económicamente viables,*
- que es técnica y económicamente viable una adaptación posterior para la captura de CO₂.*

2. Cuando se cumplan las condiciones establecidas en el apartado 1, la autoridad competente se asegurará de que se reserva suficiente espacio en los locales de la instalación para el equipo necesario para la captura y compresión de CO₂. La autoridad competente determinará si se reúnen estas condiciones basándose en la evaluación mencionada en el apartado 1 efectuada por el titular y en la demás información disponible, en particular la relativa a la protección del medio ambiente y la salud humana” (Artículo 33, DIRECTIVA 2009/31/CE).

Adicionalmente, incorporar el tema de la captura de carbono en las licitaciones y subastas energéticas realizadas en Colombia podría ser un incentivo para su implementación. Al analizar los requisitos de calificación de las subastas de las energías renovables en el mercado de energía mayorista MEM (Subasta CLPE N° 03 – 2021, 2021), se observa una falta de integración de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de carbono en los requisitos de precalificación y calificación, especialmente en lo relacionado con las plantas térmicas nuevas. En las subastas, estos aspectos no están contemplados ni como requisitos de precalificación ni como criterios de calificación para las plantas térmicas nuevas. Al incluir las tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de carbono como criterios en estos requisitos de calificación, se podría fomentar la participación y la inversión en tecnologías de CCUS.

Por otro lado, en el caso de Colombia, el desarrollo de los mercados de carbono, serán una herramienta útil para promover la implementación de tecnologías CCUS. Esto se debe a que las empresas que implementen estas tecnologías podrían generar bonos de carbono que serán vendidos a otras empresas u organizaciones, incentivando así la adopción de prácticas más sostenibles y la reducción de emisiones de GEI. Es importante considerar que el MADS ha incluido en su agenda regulatoria para 2024 un proyecto de regulación sobre el mercado voluntario de carbono, el cual deberá articularse de manera tal que incentive los proyectos de captura.

Así mismo, la reglamentación del **Programa de Cupos Transables (que se espera para el primer semestre de 2024) será igualmente un incentivo para que aquellos que tengan cupos de emisión puedan adoptar estrategias de captura para lograr transar los cupos en las subastas y mercados que defina para tal fin el MADS.**

Finalmente, **el impuesto al carbono también juega un importante papel en la promoción del desarrollo de estas tecnologías en la medida en que su adopción contribuirá a la no causación del impuesto.**

4.2. Almacenamiento

Aunque el almacenamiento de carbono aún no está integrado en la regulación nacional, es fundamental reconocer que Colombia cuenta con oportunidades geológicas adecuadas para llevar a cabo esta actividad. Así, en esta sección, se explorarán los permisos y licencias contenidos en otros países para el almacenamiento de CO₂ y se examinará de cerca el régimen de responsabilidades vinculadas al almacenamiento de CO₂, resaltando su importancia en la construcción de un marco legal comprensivo y equitativo para esta etapa crucial del proceso CCUS.

4.2.1. Permisos y licencias

Frente a los permisos, licencias o autorizaciones que se requerirán para el almacenamiento de carbono en formaciones geológicas en el subsuelo, **conviene recordar que el artículo 332 de la Constitución Política Colombiana establece que el Estado es propietario del subsuelo y por ende le corresponde a éste otorgar las licencias, concesiones o autorizaciones para su uso. Así las cosas, es claro que el almacenamiento de CO2 capturado requerirá de un título habilitante otorgado por el Estado para el desarrollo de esta actividad, además de los permisos y licencias ambientales que puedan llegarse a requerir.** El Proyecto de Decreto, al delegar en el MME y el MADS la responsabilidad de definir los permisos necesarios para el almacenamiento de CO2 capturado, ha buscado establecer una regulación efectiva y eficiente, con énfasis en la supervisión de estas actividades. Asimismo, se ha considerado la elaboración de normativas técnicas para la inyección y almacenamiento seguro de Dióxido de Carbono capturado, permitiendo incluso el almacenamiento de gases asociados en reservorios del mismo campo petrolero.

Lo anterior implica que en materia de permisos y licencias para el almacenamiento se deberán definir:

- El título habilitante por parte del Estado para esta actividad por el uso del subsuelo (similar a los contratos de concesión en minería y a los de exploración y explotación en hidrocarburos). Para esto, deberá determinarse si esto se hará por solicitud del interesado en cualquier área que esté disponible, o si se harán rondas de asignación de áreas de captura como lo hace el sector de hidrocarburos. En cualquier caso, será responsabilidad del Estado la determinación de las áreas dónde es posible hacer el almacenamiento para el otorgamiento del título habilitante.
- Los permisos y licencias ambientales requeridos para esta actividad desde su planeación hasta su finalización. Sobre este punto, el MADS ha anunciado que está desarrollando una modificación del Decreto 1076 de 2015 en relación con las actividades licenciadas, dentro de las cuales se encuentran las tecnologías de CCUS, por lo cual se espera que esta actividad esté sujeta a licenciamiento ambiental. Para el caso del almacenamiento en campos petroleros o frentes proyectos mineros en desuso, se deberá considerar si esta actividad será causal de modificación de la licencia ambiental o si podrá considerarse como un cambio menor. Al respecto, si bien el Proyecto de Decreto lo considera como un cambio menor, considerando los impactos ambientales adicionales que se pueden generar y la necesidad de establecer medidas ambientales adicionales, podrá ser necesario requerir la modificación del instrumento ambiental.
- Los reglamentos técnicos necesarios para la inyección y almacenamiento permanente y seguro del Dióxido de Carbono capturado, incluyendo los monitoreos a lo largo de la vida útil del proyecto, las condiciones de seguridad de los pozos o conductos de inyección, materiales a utilizar y técnicas de cerramiento. Sobre este punto, la experiencia de Colombia en hidrocarburos, podrá ser un referente para este tipo de proyectos. La determinación de las áreas aptas para dicho almacenamiento, lo cual podrá conllevar a la exigencia de elaboración de estudios técnicos frente a la permeabilidad del suelo, la necesidad de hacer pruebas previo al almacenamiento y la capacidad de almacenamiento de ese lugar.

Al analizar las regulaciones de otras jurisdicciones, destacan dos marcos normativos particulares: el del estado de Victoria en Australia, y el del Reino Unido. En ambos casos, se enfatiza la importancia de obtener una licencia o permiso desde la etapa de planificación del proyecto hasta la inyección y almacenamiento, cubriendo todos los aspectos relevantes.

En el estado de Victoria, Australia, la obtención del permiso confiere al titular derechos para realizar exploración de captura de gases de efecto invernadero en el área del permiso, así como realizar

cualquier actividad necesaria o incidental para ese propósito (Greenhouse Gas Geological Sequestration Act, 2008). Este marco normativo establece un sistema de monitoreo riguroso, similar al MRV definido en la Resolución 1447 de 2018.

Por otro lado, en el Reino Unido, el permiso de almacenamiento incluye la concesión para la operación de sitios de almacenamiento de dióxido de carbono, las obligaciones del operador durante todas las fases, y una atención especial a la inspección rutinaria de los complejos de almacenamiento (The Storage of Carbon Dioxide, 2015).

Considerando estos ejemplos internacionales, es esencial que Colombia inicie el desarrollo de un **marco normativo para la expedición de la licencia o permiso para el almacenamiento de dióxido de carbono. Este permiso debería otorgarse antes de iniciar el proyecto, permitiendo al titular evaluar la seguridad de la ubicación propuesta. Además, la licencia debería extenderse hasta después del periodo de cierre ambiental.** Se sugiere que la ANLA u otra entidad designada valide rutinariamente estos permisos para evitar riesgos derivados del mal uso del almacenamiento, siguiendo la práctica del Reino Unido en inspecciones regulares del sitio.

4.2.1. Régimen de responsabilidades

En el contexto del almacenamiento geológico de CO₂, uno de los aspectos cruciales que debe abordarse en el marco normativo es el régimen de responsabilidades, especialmente en lo que respecta al cese de operaciones y la transferencia de responsabilidad al Estado. **Experiencias internacionales destacan la importancia de establecer claramente este régimen para garantizar la seguridad y la sostenibilidad a largo plazo de las instalaciones de almacenamiento.**

En varios países, se observa que, tras el cierre de las instalaciones, el antiguo administrador retiene responsabilidades durante un periodo específico antes de que el Estado asuma por completo. Por ejemplo, en algunos estados australianos, este periodo implica 15 años de monitoreo continuo antes de la transferencia definitiva de responsabilidad (Universidad de Londres, 2006). En los Estados Unidos, según la Agencia de Protección Ambiental (EPA), el monitoreo se extiende hasta 50 años después de la interrupción de las operaciones de inyección, centrándose especialmente en la estabilidad geológica de la pluma de CO₂ (Reporte EPA, 2022).

Es imperativo que el marco normativo colombiano aborde de manera explícita el régimen de responsabilidades en el almacenamiento de carbono. El gobierno deberá establecer con claridad el período de tiempo específico después del cese de operaciones en el cual el administrador original retendrá responsabilidades y el momento exacto en que el Estado asumirá plenamente la responsabilidad. Además, **el marco normativo debe contemplar escenarios desafortunados, como eventos de fuga de CO₂, definiendo de manera precisa quién asumiría la responsabilidad en tales circunstancias: ¿el gobierno, el administrador original u otra entidad designada?**

Al analizar la propuesta presentada por Mark Figueriedo en su artículo sobre la responsabilidad jurídica en el almacenamiento de carbono, consideramos que podría constituir una opción sólida o una base para futuras regulaciones. El autor sugiere integrar elementos clave de los regímenes actuales y alternativos de responsabilidad. De acuerdo con esta propuesta, los operadores responsables del almacenamiento de dióxido de carbono deberían cumplir con requisitos rigurosos en cuanto al diseño, operación y monitoreo de los pozos de inyección. Además, argumenta que sea durante la fase de inyección y un periodo de monitoreo post-inyección limitado (5-10 años), se plantea que los operadores privados asumirían la responsabilidad financiera mediante mecanismos tanto públicos como privados de responsabilidad. Además, se sugiere que esta responsabilidad podría fortalecerse mediante la obligación de contar con garantías financieras o requisitos de seguro primario (M.Figueriedo, s/f),.

Una vez que el operador de almacenamiento haya completado los requisitos post-inyección, la propuesta sugiere que el gobierno asuma la responsabilidad financiera para compensar cualquier

daño, financiándose a través de un fondo compuesto por contribuciones de la industria durante la fase de inyección. Este enfoque se asemejaría a un fondo de seguro o un arreglo de compensación. Todos estos aspectos son de relevancia crítica y deben ser minuciosamente analizados y definidos en el marco normativo para garantizar la transparencia, la seguridad ambiental y la responsabilidad adecuada en todas las fases del almacenamiento geológico de CO₂ en Colombia.

4.3. Transporte

En el ámbito del transporte, Colombia presenta lagunas significativas en su regulación para el transporte de CO₂. No obstante, algunos aspectos están regulados hasta cierto punto. Según el Proyecto de Decreto, los agentes que implementen Tecnologías de Captura de Dióxido de Carbono deben garantizar el transporte y la utilización del Dióxido de Carbono Capturado, ya sea de manera autónoma o mediante acuerdos con terceros interesados. No obstante, es importante tener presente que este proyecto, aún no oficial, no sugiere que la responsabilidad del transporte recaería en el Estado, sino más bien en la entidad a cargo del proyecto.

En materia de transporte, se ha identificado que el transporte por ductos es la forma más económica para transportar el carbono por tierra, no obstante, también podría hacerse por carrotaques. Por lo cual en esta sección, se analizarán los permisos que se requerirán y algunos otros aspectos regulatorios asociados.

4.3.1. Licencias para su transporte

La determinación de la necesidad de licencias para el transporte del CO₂ dependerá del medio de transporte utilizado. En caso de hacerse por medio de vehículos automotores, se deberá dar cumplimiento al Decreto 1079 de 2015, Decreto Reglamentario Único del sector transporte, en lo relacionado con el transporte de mercancías peligrosas por carretera, tal y como se viene haciendo actualmente. Sobre este punto, no se considera que deba haber requerimientos normativos adicionales.

En caso de que el transporte se haga por ductos, se deberá distinguir cuando se trate de ductos nuevos a cuando se adapten o modifiquen gasoductos u oleoductos para el transporte de CO₂. Tal y como se ha mencionado a lo largo de este escrito, el MADS modificará el Decreto 1076 de 2015 en relación con las actividades de CCUS, lo cual podrá incluir la construcción de ductos nuevos como una nueva actividad licenciada. Por otro lado, es necesario que el MME, en colaboración con el MADS, establezca las condiciones operativas, reglas, especificaciones técnicas y criterios relativos a la calidad y presión de la infraestructura necesaria para facilitar el transporte del carbono capturado. Tomando como referencia experiencias internacionales, como la Directriz 056 en el estado de Alberta, Canadá, se destaca la importancia de establecer requisitos técnicos sólidos para la construcción y operación de instalaciones, ductos o pozos destinados al transporte de CO₂ (Directriz 056, 2010). La revisión exhaustiva de solicitudes por parte de reguladores, como la Alberta Energy Regulator, garantiza que los diseños se basen en prácticas de ingeniería robustas, subrayando la necesidad de obtener licencias específicas para el transporte de CO₂ por ductos, adaptadas a las particularidades de las zonas de paso y las cantidades de CO₂ transportadas.

Otro aspecto crucial a considerar en la regulación del transporte de carbono en Colombia es la elección de los medios de transporte adecuados. **Dada la versatilidad en los métodos de transporte, como el ferrocarril, ductos o la reutilización de gaseoductos existentes, es esencial que el gobierno defina claramente qué modalidades serán aceptables en el contexto colombiano. Cada medio de transporte conlleva sus propias implicaciones logísticas, ambientales y de seguridad, lo que subraya la necesidad de establecer licencias específicas adaptadas a las particularidades de cada método.**

En este sentido, el otorgamiento de licencias debe contemplar detalladamente las condiciones y requisitos específicos para cada medio de transporte, asegurando así un marco normativo integral que regule eficazmente todas las facetas del transporte de CO₂.

4.4. Uso

En la exploración de la regulación normativa en torno al uso del dióxido de carbono capturado, se destaca la complejidad y controversia asociada con esta fase en varios países. En el contexto colombiano, el PND integró la fase de uso del dióxido de carbono dentro de las tecnologías de CCUS, evidenciando el reconocimiento oficial de la importancia de esta etapa en el marco de la ley. Específicamente, modifica el Artículo 22 de la Ley 2099 de 2021 donde añade esta fase en el ámbito de la captura, transporte, y uso del dióxido de carbono, marcando un hito regulatorio en la inclusión de esta dimensión en la legislación nacional.

Ahora bien, a diferencia de las otras fases de las tecnologías de CCUS, el uso de dióxido de carbono ya se realiza actualmente en el país en diferentes industrias, por ende el desarrollo normativo en este aspecto no debería cambiar significativamente.

Por ejemplo, en el estado de Texas se regula el uso de CO₂ para recobro mejorado en campos de hidrocarburos en el capítulo 3 del Código Administrativo de Texas. Esta norma requiere que los operadores cumplan con ciertos criterios para obtener beneficios fiscales al utilizar CO₂ en proyectos de recuperación mejorada de petróleo, así como para obtener la aprobación y certificación de este tipo de proyectos. Para ello, los proyectos deben cumplir con ciertos requisitos, como demostrar una respuesta positiva de producción. En el caso de utilizar CO₂ antropogénico, es necesario contar con un plan de secuestro y monitoreo aprobado por la Railroad Commission de Texas, agencia encargada de regular y supervisar diversas actividades relacionadas con recursos naturales y el medio ambiente en dicho estado. Así mismo, debe demostrarse que al menos el 99% del CO₂ secuestrado permanecerá almacenado durante al menos 1,000 años. Además, se establecen requisitos para la presentación de informes anuales y medidas de monitoreo y verificación para garantizar el cumplimiento de los programas de secuestro de CO₂.

Así mismo, la Organización Internacional de Normalización emitió en 2019 la norma ISO 27916:2019 para la captura, transporte y almacenamiento geológico de CO₂ y su almacenamiento mediante recuperación mejorada de petróleo (CO₂-EOR) en la cual se incluyen criterios para la planeación del proyecto, construcción de pozos, el archivo de la documentación relevante para el proyecto y terminación del proyecto entre otros.

4.4.1. Viabilidad jurídica

Desde una perspectiva de viabilidad jurídica, el uso del dióxido de carbono capturado en Colombia se presenta como una opción completamente viable. La inclusión de la fase de uso en el artículo 264 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que modifica el parágrafo 1° del Artículo 22 de la Ley 2099 de 2021, confiere un respaldo legal sólido a esta etapa del CCUS. Este reconocimiento oficial en la legislación nacional indica que el gobierno colombiano ha considerado y reglamentado expresamente el uso del dióxido de carbono como parte integral de la estrategia nacional de mitigación y transformación del sector energético.

Es importante destacar que, hasta el momento, no existen normativas adicionales que limiten o impidan el uso o manejo del dióxido de carbono capturado en Colombia. La ausencia de restricciones legales específicas ofrece un espacio propicio para el uso del dióxido de carbono capturado como ya se viene haciendo en diferentes industrias.

Ahora bien, lo que si debe reconocerse, es la necesidad de regular incentivos para que este uso se haga de manera más amplia y segura, para lo cual el Proyecto de Decreto ya ha sentado las bases al integrar el Dióxido de Carbono Capturado en la Estrategia Nacional de Economía Circular.

4.4.2. Permisos y licencias

En el contexto del uso del dióxido de carbono capturado, es esencial abordar los aspectos relacionados con los permisos y licencias para garantizar una implementación segura y controlada de esta tecnología en diversos sectores. Los gases de combustión que contienen dióxido de carbono se emplean en una variedad de aplicaciones, desde el sector hortícola hasta la refrigeración, envasado de alimentos, soldaduras, bebidas carbonatadas, limpieza industrial y extracción de metano en yacimientos de carbón. **Dada la diversidad de usos, el gobierno colombiano debe establecer un marco normativo claro que regule si se requiere la obtención de permisos para estas actividades, considerando la seguridad y los posibles impactos en el medio ambiente y la salud pública.**

Ahora bien, considerando que el Proyecto de Decreto ha señalado que para los casos de captura de CO₂ se debe contemplar también el transporte y el uso, es posible que para ciertos usos se regule la necesidad de obtención de licencias ambientales. Además, al observar la regulación de Alberta, Canadá, se destaca la importancia de evaluar los riesgos asociados con las estrategias de almacenamiento y uso en caso de pérdida (Directiva 065,S/F). Este enfoque, centrado en la evaluación de riesgos, puede ser un componente valioso para la emisión de licencias de uso en Colombia, permitiendo una gestión proactiva de posibles escenarios adversos y garantizando la seguridad en todas las etapas del proceso. Es importante destacar que, al analizar las regulaciones en otros países, se observa que la emisión de licencias para el uso del dióxido de carbono capturado generalmente se integra en la misma licencia otorgada para las fases de captura y almacenamiento

4.4.3. Riesgos ambientales

En el contexto colombiano, es crucial abordar los posibles riesgos ambientales asociados al uso del CO₂. Aunque el CO₂ es fundamental en diversas aplicaciones industriales y puede ofrecer alternativas más sostenibles, su manejo y utilización requieren una cuidadosa consideración de los posibles impactos ambientales adversos.

Uno de los riesgos ambientales que debe ser evaluado es la posibilidad de fugas o escapes de CO₂ durante su transporte, manejo y aplicación. Estas fugas podrían tener consecuencias directas en la calidad del aire y, en caso de concentraciones elevadas, podrían representar riesgos para la salud humana y la biodiversidad local. Por lo tanto, el diseño y la implementación de sistemas de manejo y transporte de CO₂ deben incorporar medidas de seguridad y monitoreo rigurosas para prevenir y mitigar posibles eventos de fuga. Además, el uso del CO₂ en determinadas aplicaciones, como la inyección en yacimientos de carbón para la extracción de gas metano, puede tener implicaciones para la estabilidad geológica del subsuelo. La interacción del CO₂ con las formaciones geológicas debe ser evaluada para prevenir movimientos de tierra no deseados, filtraciones no controladas o cambios en la calidad del agua subterránea.

Otro riesgo ambiental potencial es la posible generación de subproductos o residuos durante los procesos de transformación del CO₂ para su uso. Sustancias químicas derivadas de la captura de carbono, como el amoníaco, el metanol y otros, pueden tener impactos ambientales si no se manejan adecuadamente. La disposición final de estos subproductos debe ser cuidadosamente gestionada para evitar la contaminación del suelo y del agua.

Para abordar estos riesgos, es esencial contar con un marco normativo sólido que establezca requisitos claros para la evaluación de impacto ambiental, protocolos de monitoreo, planes de manejo de emergencias y disposición final de residuos. Además, la participación y consulta pública

deben ser elementos integrales del proceso de toma de decisiones para garantizar una gestión ambientalmente responsable y socialmente sostenible del uso del dióxido de carbono capturado en Colombia.

5. Conclusiones

El despliegue exitoso de las tecnologías de CCUS en el país, depende del establecimiento de un marco legal y regulatorio integral y robusto que garantice la gestión efectiva de las actividades CCUS y el almacenamiento seguro de CO₂.

Al respecto, Colombia tiene un amplio desarrollo normativo en materia de cambio climático que ha venido avanzado en los últimos años y que ha identificado la necesidad de promover tecnologías de captura y almacenamiento geológico del carbono. (Política Nacional de Cambio Climático, 2017). En efecto, el cumplimiento de la NDC de Colombia requiere de esfuerzos en todos los frentes, particularmente en el sector energía dónde la captura de carbono se perfila como una necesidad para alcanzar las metas del sector y del país. Esta postura ha sido recogida en la Ley 2169 de 2021 y se ve hoy en día reflejada en el PIGCCME, la Estrategia 2050 y las leyes 2099 de 2021 y 2294 de 2023, dónde la captura y almacenamiento de CO₂ juega un rol primordial en la mitigación del cambio climático.

No obstante, a pesar de contar con este amplio marco normativo, existen aún múltiples aspectos legales y técnicos a establecer para garantizar la implementación de las tecnologías de CCUS en el país. Efectivamente, el análisis realizado en este capítulo permite determinar que el país deberá regular, entre otros, los siguientes aspectos para viabilizar las tecnologías de CCUS:

- **Habilitación:** En aplicación y desarrollo de lo dispuesto en el artículo 332 de la Constitución Política, el almacenamiento de CO₂ capturado requerirá de un título habilitante otorgado por el Estado para el desarrollo de esta actividad. Así mismo, deberá determinarse si esta habilitación se hará por solicitud del interesado en cualquier área que esté disponible, o si se harán rondas de asignación de áreas de captura como lo hace el sector de hidrocarburos.
- **Licencia Ambiental:** De acuerdo con lo que ha venido siendo socializado por el MADS en diferentes espacios, este ministerio está planeando una modificación al Decreto 1076 de 2015 con el fin de incluir los proyectos de CCUS dentro de las actividades que requerirán licencia ambiental. Al respecto, se deberá definir si todas las etapas de CCUS requerirán de licencia ambiental, o solo aquellas que puedan generar mayores impactos como lo son el almacenamiento y el transporte. Así mismo, se deberá modificar los decretos y resoluciones que definen los cambios menores dentro de cada sector de la economía, con el fin de incluir las actividades de CCUS en proyectos que ya estén licenciados sin necesidad de modificar las licencias ambientales correspondientes.
- **Proyectos piloto:** Así como sucede con otras tecnologías, el MME y el MADS deberán definir de las características técnicas iniciales para habilitar la implementación de pilotos de tecnologías de CCUS en el país, lo cual deberá incluir las áreas donde podrán desarrollarse estos proyectos, los términos de referencia para la elaboración de los estudios de impacto ambiental, los permisos ambientales y de habilitación para el desarrollo de estos proyectos.
- **Reglamentos técnicos:** considerando que las CCUS tienen un amplio componente técnico, será necesario que el MME, MADS y otros ministerios asociados (como el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación) expidan los reglamentos técnicos para definir requisitos mínimos que deben cumplir los diseños, instalación y los equipos utilizados para la captura de CO₂; los materiales, presiones y demás aspectos asociados al transporte; las características técnicas de inyección y captura del CO₂, de acuerdo con los lugares que serán priorizados por el SGC

- **Incentivos:** Considerando que las tecnologías CCUS aún están en desarrollo y podrían resultar onerosas, es necesario identificar los mecanismos para promover su implementación. Estos incentivos pueden ser incentivos económicos, tales como los beneficios tributarios desarrollados en el entregable anterior, o el desarrollo de otros instrumentos que generen beneficios al desarrollador, dentro de los cuales se destacan los siguientes:
 - Regulación de los mercados de carbono: Considerando que los proyectos CCUS deben registrarse en el RENARE y se consideran como iniciativas de mitigación de gases de efecto invernadero, la modificación a los mercados de carbono que planea el Gobierno deberá considerar estos proyectos también. La claridad en los procesos necesarios para la emisión de bonos de carbono, será de gran utilidad para atraer a inversionistas en el desarrollo de CCUS.
 - Incorporación de la captura de carbono en las licitaciones y subastas energéticas realizadas en Colombia. Para ello se podría integrar dentro de los requisitos de precalificación y calificación la inclusión de tecnologías de captura, transporte y almacenamiento de carbono como criterios que otorguen puntos adicionales en estos procesos a fin de fomentar la participación y la inversión en tecnologías de CCUS.
 - Programa de cupos transables: Este programa establecido en la Ley 1931 de 2018 está aún pendiente de reglamentación, sin embargo, sus bases permiten determinar que, al momento de ser reglamentado, se pueden posicionar las tecnologías de CCUS como alternativas para verificar la reducción y remoción de GEI.
 - Impuesto al carbono: el desarrollo del impuesto al carbono, y particularmente los requisitos para la no causación, pueden generar un interés en el desarrollo de proyectos CCUS.
 - Estrategias para fomentar el uso del CO2 capturado: De acuerdo con lo dispuesto en el Proyecto de Decreto, el Comité Mixto Técnico de Sostenibilidad, en el marco del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (“SNCI”), deberá desarrollar actividades específicas que impulsen la utilización del CO2 capturado. Para ello, dicho comité deberá realizar estudios adicionales para identificar los usos que pueden darse al CO2 capturado e impulsar su utilización en las diferentes industrias.
 - Creación del Centro de Investigación de Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CICUAC): Según lo establecido en el Proyecto de Decreto, el objeto de este centro será promover la formación de capacidades científicas, técnicas y tecnológicas para la investigación, desarrollo tecnológico, e innovación de las tecnologías de CCUS.
- **Sitios de almacenamiento:** Se deberán emitir los reglamentos técnicos por parte del MME y el MADS para para la inyección y almacenamiento permanente y seguro del Dióxido de Carbono capturado. Esto implicará la identificación de los sitios en los que podrá realizarse esta actividad y aquellos en los que no estará permitido. Así mismo, conllevará la definición de responsabilidades de los actores encargados del almacenamiento, la necesidad de elaborar estudios técnicos frente a la permeabilidad del suelo, la necesidad de hacer pruebas previo al almacenamiento y la capacidad de almacenamiento de ese lugar. Así mismo, se deberá articular esta actividad con la Agencia Nacional de Hidrocarburos, particularmente para la identificación de los yacimientos depletados.

- **Responsabilidad en el almacenamiento:** De acuerdo con las experiencias internacionales, tales como las del Reino Unido y Australia, es necesario que en Colombia se determine el régimen de responsabilidades, especialmente en lo que respecta al cese de operaciones y la transferencia de responsabilidad al Estado. En efecto, se deberá establecer con claridad el período de tiempo específico después del cese de operaciones en el cual el administrador original retendrá responsabilidades y el momento exacto en que el Estado asumirá plenamente dicha responsabilidad. Esta responsabilidad abarca también la necesidad de realizar monitoreos periódicos para garantizar que efectivamente se está realizando un adecuado almacenamiento en el cual no se presentan fugas.
- **Transporte:** Frente al transporte del CO₂ capturado, el MME y al MADS deberán establecer las condiciones operativas, reglas y especificaciones técnicas para la infraestructura nueva y/o designada destinada a facilitar el transporte del carbono capturado. Esto implicará la definición de criterios técnicos para el transporte (incluyendo la calidad y presión requeridas para su transporte), los requisitos para la construcción de infraestructura nueva para el transporte por ductos, incluyendo posiblemente la necesidad de licencias ambientales.

6. Bibliografía

Bibliografía

CONPES 3700. (s/f). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado el 4 de enero de 2024, de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/5.-Conpes-3700-de-2011.pdf>

de Colombia, P. (s/f). Estrategia climática de largo plazo de Colombia E2050 para cumplir con el Acuerdo de París. Unfccc.int. Recuperado el 4 de enero de 2024, de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/COL_LTS_Nov2021.pdf

de Figueiredo, M., Reiner, D., Herzog, H., & Oye, K. (s/f). The liability of carbon dioxide storage. Mit.edu. Recuperado el 5 de enero de 2024, de https://sequestration.mit.edu/pdf/GHGT8_deFigueiredo.pdf

Directive 065 application requirements for activities within the boundary of a regional plan. (s/f). Aer.ca. Recuperado el 5 de enero de 2024, de <https://static.aer.ca/prd/documents/directives/Directive065.pdf>

EPA Report to Congress: Class VI Permitting. (2022). Epa.gov. <https://www.epa.gov/system/files/documents/2022-11/EPA%20Class%20VI%20Permitting%20Report%20to%20Congress.pdf>

Europea, U. (2009). DIRECTIVA 2009/31/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO. Boe.es. <https://www.boe.es/doue/2009/140/L00114-00135.pdf>

Greenhouse gas geological sequestration act 2008. (s/f). Gov.au. Recuperado el 5 de enero de 2024, de <https://www.legislation.vic.gov.au/in-force/acts/greenhouse-gas-geological-sequestration-act-2008/014>

Honeywell offers proven carbon capture technologies to Indonesian industries. (s/f). The Jakarta Post. Recuperado el 4 de enero de 2024, de <https://www.thejakartapost.com/front-row/2023/07/25/honeywell-offers-proven-carbon-capture-technologies-to-indonesian-industries.html>

Ley 164 de 1994 - Gestor Normativo. (s/f). Gov.co. Recuperado el 4 de enero de 2024, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=21970>

Ley 1931 de 2018 - Gestor Normativo. (s/f). Gov.co. Recuperado el 4 de enero de 2024, de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>

Shell Canada limited. (s/f). DIRECTIVE 56: APPLICATION FOR A CO2 PIPELINE LICENSE. Shell Canada Limited. Recuperado el 4 de enero de 2024, de <https://open.alberta.ca/dataset/7fc3495c-4659-4712-9ee4-8fe7e39f03b8/resource/43a24679-95e4-42bd-ad56-d745756f960e/download/d56-main-report-and-apps.pdf>

SUBASTA CLPE N° 03 - 2021. (2021). XM Administradores del mercado eléctrico. <https://www.xm.com.co/sites/default/files/documents/PLIEGOS%20SUBASTA%20CLPE%20ONO.%2003-2021.pdf>

The storage of carbon dioxide (licensing etc.) Regulations (Northern Ireland) 2015. (s/f). Recuperado el 5 de enero de 2024, de <https://www.legislation.gov.uk/nisr/2015/387/contents/made>

University College London. (s/f). Offshore Petroleum and Greenhouse Gas Storage Act 2006 (Cth) (OPGGS Act). Ucl.ac.uk. Recuperado el 5 de enero de 2024, de <https://www.ucl.ac.uk/ccip/ccsliable-AUS.php>

Realizar estudios financieros, económicos, ambientales y legales para evaluar potencial e implicaciones
Colombia. - CO-T1654-P006



de implementar proyectos de CCUS en
