

## EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

### CONVOCATORIA FORTALECIMIENTO DEL CONOCIMIENTO GEOCIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE LAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA Y LA CAPTURA, ALMACENAMIENTO Y USO DE CO<sub>2</sub>

#### ANEXO 1. DESCRIPCIÓN LÍNEAS TEMÁTICAS Y SUS ALCANCES

Para la presente convocatoria las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) estarán restringidas únicamente a las delegadas a la Agencia Nacional de Hidrocarburos: Energía geotérmica, eólica e hidrógeno, y la captura, almacenamiento y uso de CO<sub>2</sub>, y en este sentido se deberán alinear los proyectos conforme a lo indicado en las siguientes líneas temáticas:

#### **LÍNEA 1. INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS PROSPECTIVOS EN FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA-FNCE DELEGADAS A LA ANH POR EL MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA**

Uno de los objetivos de esta convocatoria enfocada en el análisis del potencial de fuentes energéticas no tradicionales para la transición energética, es mejorar los modelos geológicos y geofísicos de las zonas con potencial de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE), con la expectativa de identificar un potencial energético no convencional significativo que pueda servir como base para el desarrollo de diversos sectores económicos del país en el futuro.

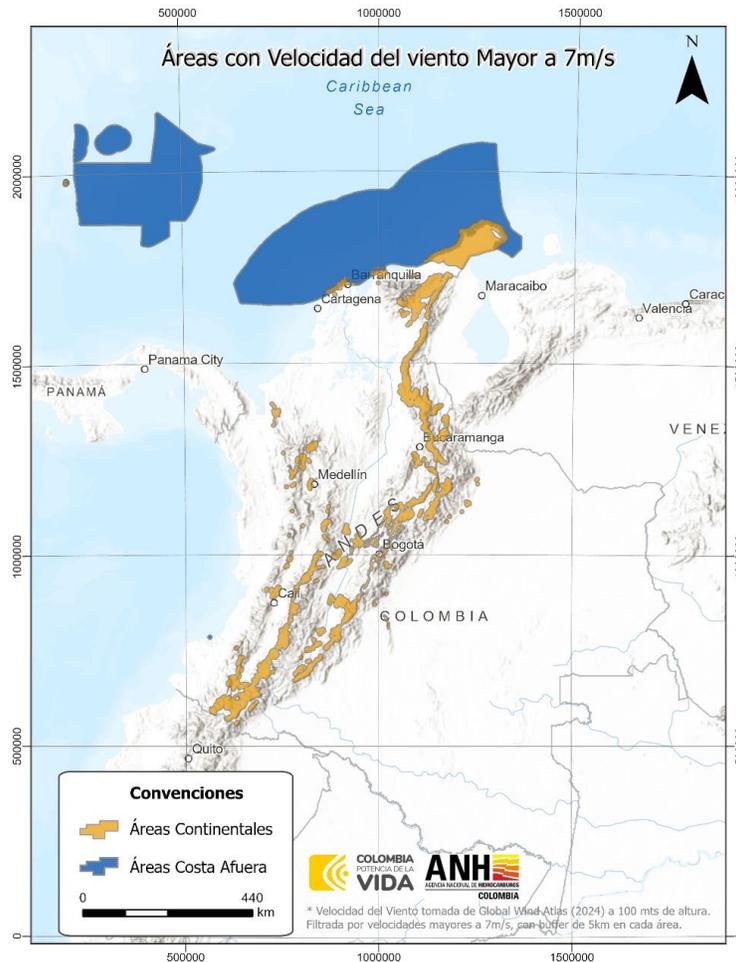
La ANH en consonancia con otras entidades del sector (Minciencias) y basado en las necesidades nacionales busca tener un mejor conocimiento regional sobre el potencial de diversas fuentes energéticas especialmente, la exploración de fuentes no convencionales de energía (FNCE), destacándose entre ellas las delegadas a la Agencia mediante la Resolución No. 40234 de 2023, entre las que se encuentran; Hidrógeno, Energía eólica y Geotermia; asimismo, se contribuirá al conocimiento de posibles reservorios para el almacenamiento de CO<sub>2</sub>, como estrategias de descarbonización y la utilización de nuevas tecnologías para el desarrollo de las FNCE.

Por lo anterior, los proyectos de investigación dentro de esta línea temática deben estar enmarcados en las siguientes propuestas:

1. Identificación de áreas con potencial para el desarrollo de FNCE delegadas a la Agencia.
2. Estudios de caracterización geológica y geofísica, evaluación de riesgos geológicos y socioambientales para Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) delegadas a la Agencia.
3. Generación de modelos geológicos y geofísicos para una mejor comprensión y caracterización integrada de las zonas con potencial de FNCE.
4. Desarrollo de productos científicos-tecnológicos innovadores como herramientas clave para la evaluación de la prospectividad de recursos de energía de FNCE.
5. Análisis de proyectos análogos de investigación en FNCE y su adaptación al territorio nacional.

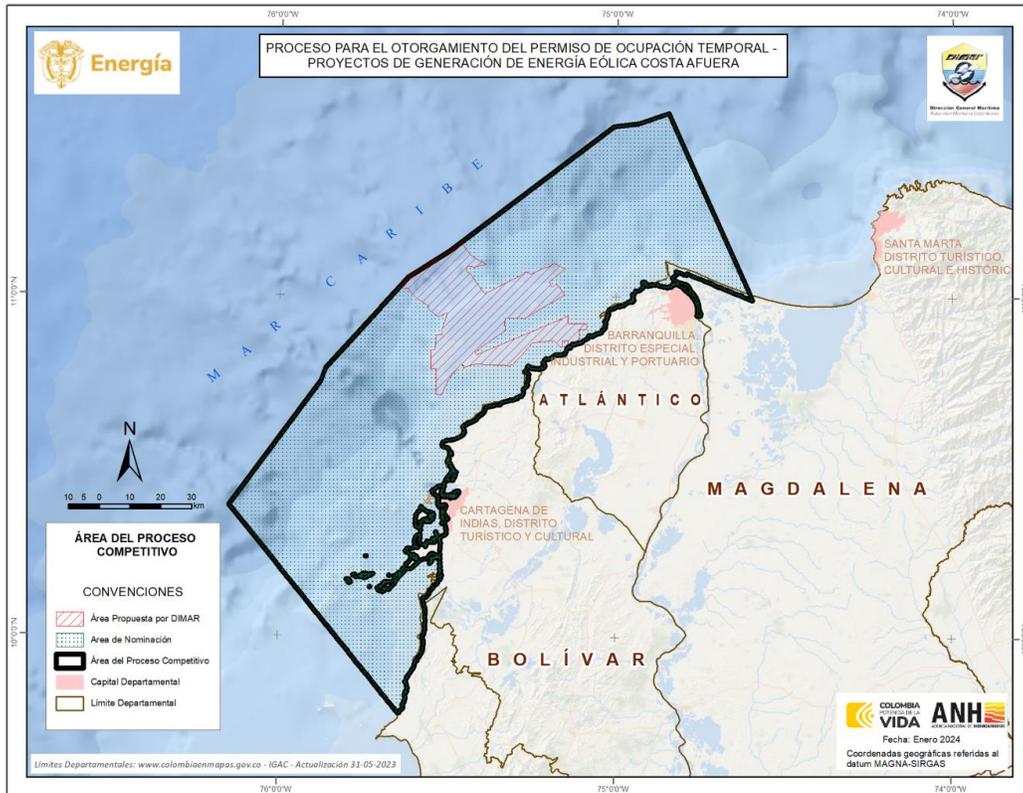
Av. Calle 26 # 57- 41 / 83 Torre 8 Piso 2 – PBX: (+57) (601) 6258480, Ext 2081 – Línea gratuita nacional 018000914446 – Bogotá D.C. Colombia

Las áreas de interés nacional en energía eólica se muestran en la **Figura 1a**. Se adjuntan los archivos *shape* que contienen las áreas continentales y costa afuera.



**Figura 1a.** Mapa de las áreas de interés (con velocidad del viento mayor a 7 m/s) continentales (*AreasContinentales.shp*) y costa afuera (*AreasCostaAfuera.shp*), para desarrollar estudios e investigaciones en energía eólica en Colombia. Las áreas dibujadas tienen un buffer de 5 Km a la redonda y a estas se le han restado las zonas con restricción ambiental.

En la **Figura 1b** se muestra el área del proceso competitivo de la ronda eólica 2024. En esta área no se recibirán propuestas de estudios relacionados con energía eólica. Se adjunta el archivo shape del área del proceso competitivo ronda eólica 2024. (AREA\_DEL\_PROCESO\_COMPETITIVO\_RONDA\_EOLICA.shp).



**Figura 1b.** Mapa del área del proceso competitivo ronda eólica 2024.

## LÍNEA 2. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL EN FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA-FNCE, ASOCIADO A HIDRÓGENO BLANCO EN EL TERRITORIO COLOMBIANO.

El hidrógeno ha captado considerable atención a nivel global debido a su capacidad para generar energía de manera limpia. Durante varios años, se ha producido hidrógeno a nivel industrial, principalmente a partir del metano, pero este proceso está asociado con emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Sin embargo, en el contexto de las estrategias para mitigar el cambio climático, se están dando pasos hacia la adopción de otros métodos para generar hidrógeno que no emitan gases de efecto invernadero. Industrialmente el H<sub>2</sub> puede ser producido a partir de materias primas como el agua, el carbón o el metano, pero también se puede encontrar naturalmente en el subsuelo terrestre, fenómeno conocido como Hidrógeno Blanco.

El hidrógeno blanco se forma de manera inherente a procesos geológicos en la corteza terrestre y se estima que puede ser encontrado en forma de gas libre en una variedad de entornos geológicos, tales como zonas de subducción, *ridges*

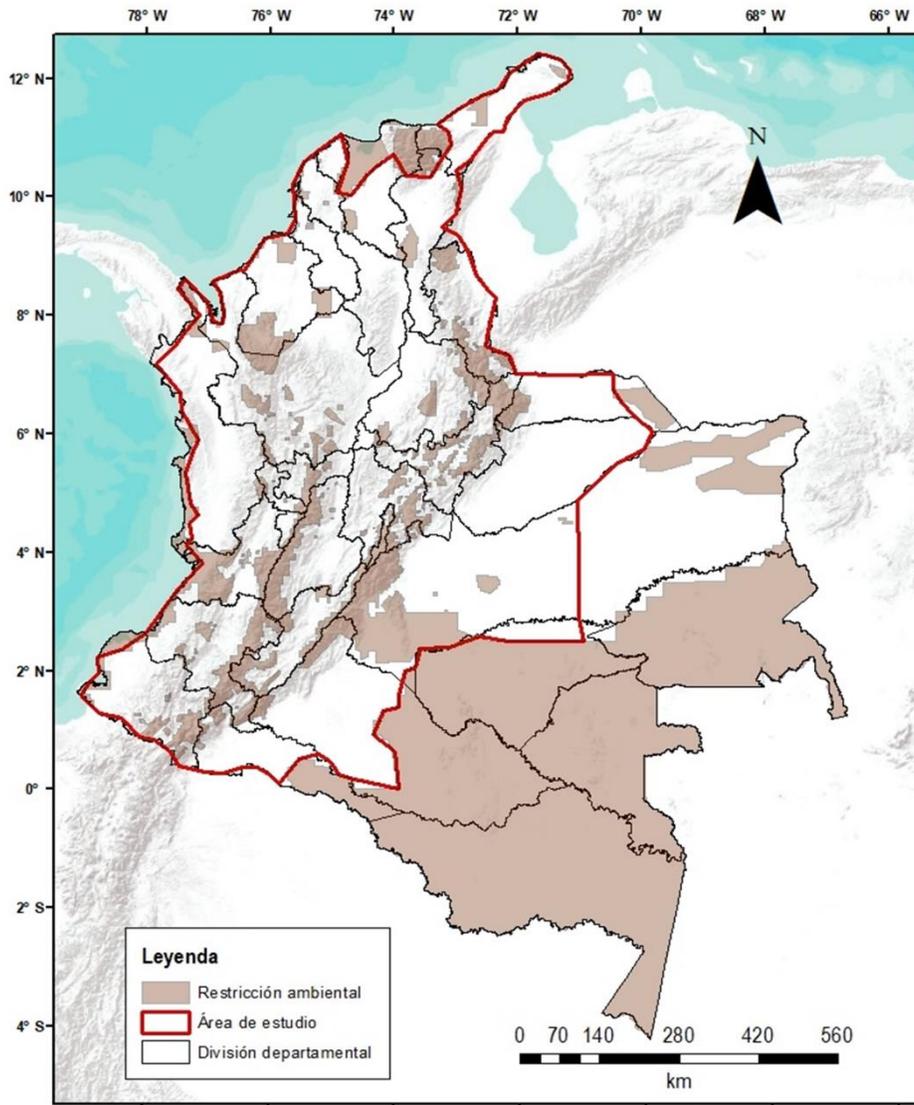
oceánicos, cuencas sedimentarias sobremaduras, sistemas volcánicos y sistemas hidrotermales, como géiseres y también puede hallarse como inclusiones en varios tipos de rocas y como gas disuelto en aguas subterráneas.

La iniciativa relacionada con el Hidrógeno Blanco tiene como objetivo adquirir conocimiento general para determinar la posible presencia de este recurso en las áreas de interés para estudios e investigaciones de hidrógeno establecidas por la Agencia (ver **Figura 2**), conformando así una línea base sobre su potencial en Colombia. La diversidad geológica de Colombia, la posibilidad de encontrar hidrógeno natural en diversos entornos geológicos y el estudio del potencial de este recurso, a través del análisis de rocas ígneas ultramáficas en la parte occidental del país, ofiolitas ricas en hierro que tienen proceso de serpentización, y el estudio de rocas sobremaduras con alto contenido en materia orgánica, permitirá considerar el hidrógeno blanco como una fuente de energía limpia en la futura matriz energética nacional.

Teniendo en cuenta los objetivos estratégicos de la Vicepresidencia Técnica de la ANH, los proyectos a financiar deben estar enfocados en hidrógeno blanco.

Se requiere que las entidades interesadas en adelantar proyectos de investigación en el área de hidrógeno blanco ( $H_2$ ) tengan en cuenta las siguientes líneas específicas a la hora de presentar sus propuestas:

1. Identificación y evaluación de áreas con potencial desarrollo para la prospectividad de hidrógeno blanco  $H_2$ , a través de estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos para evaluar la capacidad de almacenamiento, permeabilidad e integridad de las rocas con potencial de prospectividad de hidrógeno blanco como FNCE.
2. Estudios de viabilidad técnica y económica para la implementación del hidrógeno blanco en Colombia desde una perspectiva geológica.
3. Investigaciones sobre métodos eficientes y sostenibles para la producción de hidrógeno blanco.
4. Investigaciones para el desarrollo de tecnologías de almacenamiento seguro y eficiente y/o transporte de Hidrógeno blanco.



**Figura 2.** Mapa con las áreas de interés\* para estudios e investigaciones de hidrógeno establecidas por la ANH

\*Las áreas escogidas corresponden al territorio nacional, excluyendo las áreas de restricción ambiental.

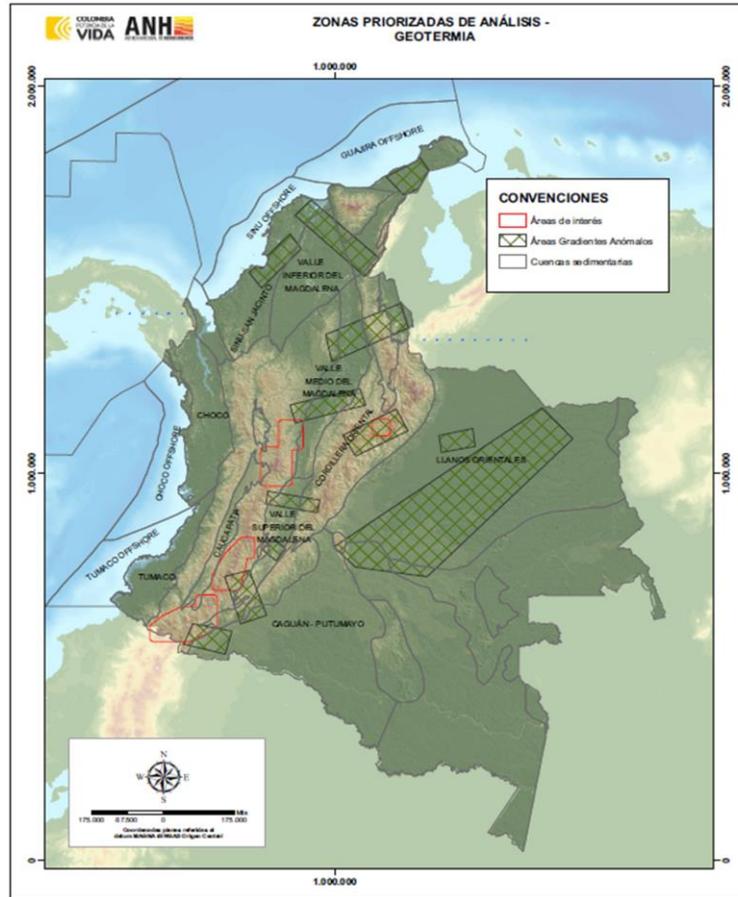
**Nota 1:** En el archivo HIDROGENO.shp que se adjunta, la tabla de descripción identifica las áreas donde la ANH está adelantando estudios de hidrógeno en el 2024. En las áreas ya seleccionadas por la ANH no se considerarán las propuestas que contengan la misma temática que se está desarrollando.

### LÍNEA 3. EVALUACIÓN DE RECURSOS EN FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA-FNCE, ASOCIADO A GEOTERMIA EN ZONAS DE INTERÉS.

La geotermia es una forma de energía renovable que utiliza el calor natural del interior de la Tierra para generar electricidad y calefacción. Esta forma de energía aprovecha el calor natural del subsuelo, que se encuentra a diferentes profundidades bajo la superficie terrestre, y lo convierte en una fuente de energía limpia y sostenible.

Debido a la necesidad de estar alineados con la actual matriz energética nacional en un mundo cada vez más preocupado por la crisis climática y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, se requiere que las entidades interesadas en presentar proyectos sobre esta línea temática, se encuentren enmarcadas dentro de las áreas del territorio nacional con interés geotérmico y con gradientes anómalos establecidas por la Agencia (ver **Figura 3**), y en los siguientes temas a la hora de presentar sus propuestas:

1. Investigación en modelos numéricos y de simulación para predecir la distribución de temperatura y flujo de calor en las zonas con potencial geotérmico, identificadas en las áreas de interés a partir de datos aerogeofísicos y geológicos.
2. Modelamiento numérico de evolución termal en regiones con procesos geológicos como intrusiones, exhumación, sedimentación, entre otros, usando datos geobarométricos, geocronológicos y termocronológicos para calibración.
3. Investigación sobre la composición química de los fluidos geotérmicos para comprender mejor la fuente de calor y la circulación de fluidos subterráneos.
4. Desarrollo metodológico para el cálculo de flujo de calor, identificación de anomalías indicadoras de posibles oportunidades exploratorias a partir de imágenes satelitales térmicas y multiespectrales acompañadas de sus verificaciones en campo, que pueden indicar la presencia de recursos geotérmicos, aplicando inteligencia artificial y/o Deep Learning, entre otras.
5. Investigación en tecnologías para la optimización de la perforación exploratoria, uso y aprovechamiento de los recursos geotérmicos.
6. Caracterización de propiedades termales (conductividad térmica, generación de calor radiogénico, capacidad calorífica, densidad, entre otras) en rocas de los principales macizos de basamento y regiones con rocas ígneas y metamórficas.
7. Modelamiento de parámetros de yacimientos geotérmicos en la evaluación de su potencial y posterior desarrollo.
8. Estimación de capacidad de generación eléctrica a partir de parámetros de yacimientos, fluidos, tipos de plantas y eficiencia, en diferentes tipos de *plays* geotérmicos.
9. Evaluación técnica, económica y ambiental de posibles aplicaciones directas del recurso geotérmico en el territorio nacional y zonas de favorabilidad para dichas aplicaciones.



**Figura 3.** Áreas del territorio nacional con interés geotérmico establecidas por el SGC (2020) y áreas con gradientes anómalos establecidas por la ANH a partir del Mapa Geotérmico de Colombia (2008)

**NOTA 2:** Dentro de las áreas de interés geotérmico no se considerarán las propuestas en las áreas de proyectos aprobados y adjudicados por el Ministerio de Minas y Energía (remitirse al visor del MME <https://geovisor.minenergia.gov.co/visor-ide-me/>).

**NOTA 3:** Tampoco se tendrán en cuenta las propuestas a realizarse en las áreas de proyectos que la ANH adelanta para el 2024. En el archivo GEOTERMIA.shp que se adjunta, la tabla de descripción identifica las áreas donde la ANH está adelantando estudios de geotermia en el 2024. Sobre estas áreas se considerarán propuestas con temáticas diferentes.

**LÍNEA 4. INVESTIGACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE CAPTURA, USO Y ALMACENAMIENTO DE CO<sub>2</sub> – CCUS.**

Captura, almacenamiento y uso de Carbono (CCUS) esta técnica está enfocada en la adquisición de conocimiento orientado a identificar yacimientos con las características geológicas y geofísicas, acordes para el almacenamiento subterráneo de CO<sub>2</sub> y Gas en campos petroleros depletados y otras posibles formaciones en Colombia.

Av. Calle 26 # 57- 41 / 83 Torre 8 Piso 2 – PBX: (+57) (601) 6258480, Ext 2081 – Línea gratuita nacional 018000914446 – Bogotá D.C. Colombia

Las temáticas de investigación sobre las cuales se podrá presentar proyectos de I+D+i en esta línea, estarán enmarcadas en los siguientes temas y dentro de las áreas geográficas prospectivas para el almacenamiento de CO<sub>2</sub> establecidas por la ANH (ver **Figura 4**):

1. Desarrollo de conocimiento científico y tecnológico para la descarbonización de la actividad económica industrial.
2. Consideraciones sobre inyección de CO<sub>2</sub>, recobro mejorado EOR y utilización de CO<sub>2</sub> en otras aplicaciones diferentes a EOR (por ejemplo, almacenamiento de energía, generación de energía), de bajo impacto ambiental.
3. Infraestructura y diseño de pozos para CCUS. Incluye la evaluación y propuestas de adaptación de la infraestructura de transporte actual.
4. Caracterización de reservorios utilizando software especializado y modelamiento del riesgo del almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el subsuelo (por ejemplo: sismicidad inducida, impacto en acuíferos, geomecánico, geoquímico entre otros).
5. Caracterización del modelamiento en el subsuelo y selección de lugares para el almacenamiento (por ejemplo, yacimientos depletados, acuíferos salinos, rocas máficas, capas de carbón, entre otras).
6. Evaluación y monitoreo del riesgo en el almacenamiento (integridad de sello, geomecánica, sísmica inducida, estrategias de mitigación entre otros).
7. Análisis de ciclos de vida de reservorios y avances en tecnologías de captura de CO<sub>2</sub>.

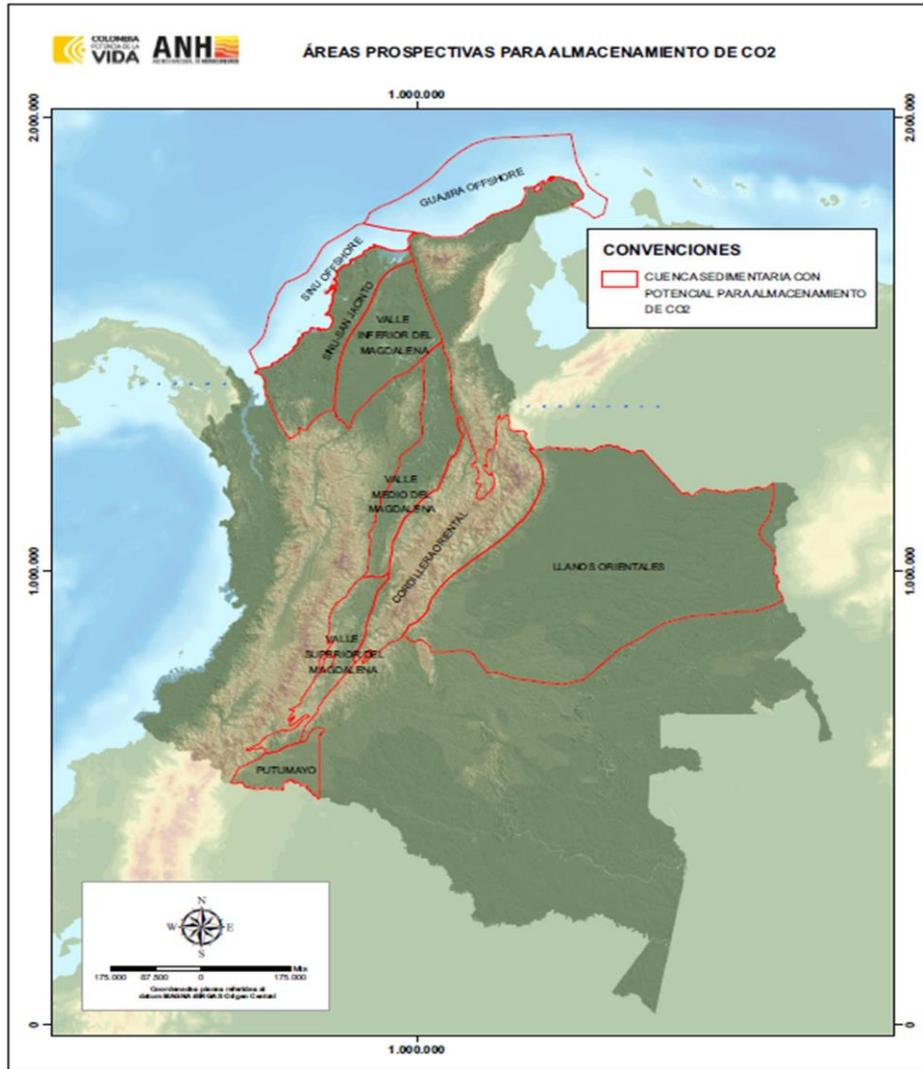


Figura 4. Mapa de localización de las cuencas sedimentarias de interés\* para almacenamiento de CO<sub>2</sub> en Colombia

\*Las áreas escogidas inicialmente corresponden a cuencas sedimentarias, en cercanía a zonas industriales, que cuentan con infraestructura petrolera e incluyen campos depletados.

**NOTA 4:** Tampoco se tendrán en cuenta las propuestas a realizarse en las áreas de proyectos que la ANH adelanta para el 2024. En el archivo CO2.shp que se adjunta, la tabla de descripción identifica las áreas donde la ANH está adelantando estudios de CCUS en el 2024. Sobre estas áreas se considerarán propuestas con temáticas diferentes.

**LÍNEA 5. INNOVACIÓN Y UTILIZACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA – FNCE DELEGADAS A LA ANH TALES COMO EL ANÁLISIS DE DATOS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y/O MACHINE LEARNING ENTRE OTRAS.**

Proyectos de innovación y utilización de nuevas tecnologías encaminados a fortalecer la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico y que permitan la creación de nuevas metodologías en medición, adquisición, procesamiento, y/o modelamiento de datos geocientíficos aplicados a las fuentes no convencionales de energía (FNCE) delegadas a la ANH. Se incluyen las siguientes áreas de investigación tales como análisis de datos, Inteligencia Artificial (IA), *Machine Learning*, entre otros.

Las temáticas de investigación sobre las cuales se podrá presentar proyectos de I+D+i en esta línea, estarán enmarcadas en los siguientes temas:

1. Soluciones tecnológicas que ayuden a mitigar el proceso de integración de las energías producidas por las FNCE a las redes nacionales de transmisión eléctrica (por ejemplo, expansiones de las redes de transmisión, dispositivos de almacenamiento distribuidos o centralizados, etc.)
2. Uso de nuevas tecnologías para la adquisición y/o análisis de datos geocientíficos necesarios en la caracterización de los modelos geológicos o geofísicos para la exploración y/o estimación de los recursos provenientes de FNCE, en las áreas de interés propuestas por la Agencia, y que puedan ser de utilidad para la construcción de una política pública de FNCE.
3. Uso de tecnologías de innovación para incrementar la capacidad, mejor uso y el suministro de energía proveniente de las FNCE.
4. Uso de tecnologías de innovación para reducción y/o captura en zonas con altas emisiones de CO<sub>2</sub>, así como en la cadena de valor del CCUS (almacenamiento, uso y transporte).
5. Uso de tecnologías de innovación (sistemas basados en la Inteligencia Artificial: machine learning, deep learning, visión artificial, entre otras) para la caracterización y/o inventario de las emisiones de CO<sub>2</sub>.
6. Uso de tecnologías de innovación para medir cómo las FNCE influyen en las huellas ecológicas y en el crecimiento económico (evidenciando nexos entre la transición energética y la sostenibilidad ambiental).
7. Desarrollo de tecnologías para la medición y predicción del impacto ambiental y económico de las FNCE (evidenciando nexos entre la transición energética, la sostenibilidad ambiental y el impacto económico).
8. Uso de gemelos digitales para la evaluación del potencial de aprovechamiento de FNCE.
9. Modelado de sistemas geotérmicos basados en inteligencia artificial para predecir el efecto de la inyección de agua.
10. Evaluación de integridad de pozos inyectores empleados en FNCE mediante gemelos digitales.
11. Beneficios y riesgos del uso de las nuevas tecnologías de la información y ciencias de la computación en el aprovechamiento de FNCE.

Av. Calle 26 # 57- 41 / 83 Torre 8 Piso 2 – PBX: (+57) (601) 6258480, Ext 2081 – Línea gratuita nacional 018000914446 – Bogotá D.C. Colombia

12. Soluciones basadas en análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos (*big data*) para el aprovechamiento de información provenientes de la exploración y explotación de combustibles fósiles para el beneficio o desarrollo de FNCE.
13. Algoritmos basados en ciencia de la computación para la identificación de las zonas con mayor potencial para el aprovechamiento de FNCE basados en análisis multicriterio.
14. Nuevas aplicaciones de tecnologías de la información y ciencia de la computación para la evaluación del potencial y el aprovechamiento de las FNCE.

**NOTA 5:** Para los proyectos elegibles que sean financiados, se indica que se deben adoptar los procedimientos, especificaciones técnicas, formatos, lineamientos técnicos y financieros y el sistema(s) de información definidos por el MINISTERIO y la ANH, para realizar, registrar la ejecución, el seguimiento, evaluación, presentación de resultados y liquidación del contrato. Esto incluye la presentación de los productos de carácter obligatorio solicitados por la ANH y el MINISTERIO, descritos en el Anexo 6.