



## EL MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

### CONVOCATORIA FORTALECIMIENTO ACTORES INDUSTRIA HIDROCARBUROS

#### ANEXO 1 DESCRIPCION DE LAS LÍNEAS TEMÁTICAS Y SUS ALCANCES

##### 1. MODALIDAD 1

###### 1.1 YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES

Entendiendo la necesidad e importancia de aumentar las reservas de hidrocarburos en Colombia, con el objetivo de garantizar su seguridad energética, se requiere aumentar el conocimiento geocientífico de los yacimientos no convencionales del país.

Las líneas de investigación para esta temática son las siguientes:

###### 1.1.1 Identificación del potencial de Yacimientos No Convencionales (especialmente *shale gas*) en las cuencas del Cesar Ranchería, Valle Medio del Magdalena, Valle Superior del Magdalena, Cordillera y Catatumbo

En esta línea se incluyen todos aquellos proyectos que definan y caractericen los procesos geológicos que controlaron la generación, migración y/o acumulación de yacimientos no convencionales en las cuencas del Cesar Ranchería, Valle Medio del Magdalena, Valle Superior del Magdalena, Cordillera y Catatumbo, identificando su potencial hidrocarburífero. Puede incluir las siguientes actividades:

- Definición de la distribución y continuidad de los yacimientos no convencionales.
- Modelamiento estructural, geoquímico y/o petrofísico de áreas de estudio.
- Interpretación de la información geoquímica y estratigráfica adquirida en el proyecto.
- Evaluación de recursos prospectivos.
- Identificación y recomendación de herramientas tecnológicas que puedan ser incorporadas al proceso exploratorio y al modelamiento de áreas con potencial en yacimientos no convencionales.

###### 1.1.2 Geomecánica enfocada al desarrollo de Yacimientos No Convencionales

Proyectos que buscan generar nuevo conocimiento sobre:

- Innovación en la caracterización de esfuerzos.
- Diseño de modelos geomecánicos.
- Comportamiento geomecánico de un reservorio.
- Caracterización cualitativa y cuantitativa de fracturas.
- Experimentación in-situ.
- Modelado computacional.

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



- Modelos numéricos predictivos.
- Simulación de fracturas y fracturamiento.
- Innovación en ensayos geomecánicos en laboratorio.

## 1.2 EXPLORACIÓN DE CUENCAS FRONTERA Y EMERGENTES

La generación de un mayor entendimiento de las cuencas frontera y emergentes colombianas, en temas de exploración de hidrocarburos, es de gran importancia para el país, en cuanto al tema de reservas. Para lo cual, se requiere aumentar la investigación en dichas áreas de interés en las siguientes líneas de investigación:

- Geología Estructural
- Estratigrafía/Bioestratigrafía
- Geología Regional
- Geocronología
- Geoquímica
- Tectónica
- Análisis de cuencas
- Geología marina
- Geofísica
- Sedimentología
- Geología isotópica
- Geoquímica
- Petrofísica
- Quimioestratigrafía
- Simulación matemática
- Modelamiento de cuencas y sistemas petrolíferos
- Geofísica (magnetometría, gravimetría, geoeléctrica, etc)
- Geodesia
- Sismología
- Tectonofísica
- Geoestadística
- Sensores remotos y geoprocésamiento
- Geomática
- Dinámica de fluidos

Las líneas de investigación para esta temática son las siguientes:

### 1.2.1 Identificación de oportunidades exploratorias para hidrocarburos en las siguientes cuencas frontera: *Offshore* Caribe, *Offshore* Pacífico, Chocó, Tumaco, Cauca Patía, Cordillera, Urabá y Amagá.

Incluye todos los proyectos enfocados a identificar nuevos tipos de *plays*, en las cuencas mencionadas, con miras

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

a



determinar su potencial hidrocarburífero.

### **1.2.2 Definición de trampas, reservorios y roca fuente para hidrocarburos en las cuencas emergentes y frontera, tanto *Onshore*, como *Offshore* de Colombia**

Proyectos que buscan identificar y caracterizar la génesis, evolución y el desarrollo de los sistemas petrolíferos en las cuencas emergentes y frontera colombianas.

### **1.2.3 Mejoramiento de datos sísmicos con algoritmos de alta tecnología, conducentes a resolver geometrías complejas del subsuelo, en cuencas emergentes y zonas con complejidad estructural y topográfica.**

Corresponde a proyectos que busquen innovar y generar nuevo conocimiento sobre el desarrollo de metodologías en medición, adquisición, procesamiento y/o modelamiento de datos adquiridos mediante sísmica, con el objetivo de mejorar la información obtenida del subsuelo.

### **1.2.4 Identificación de oportunidades exploratorias en cuencas emergentes y frontera, usando técnicas como análisis de datos, inteligencia artificial y/o *Machine Learning*, entre otras.**

Proyectos encaminados a fortalecer la investigación científica, la innovación y el desarrollo tecnológico y que permitan la creación de nuevas metodologías usando técnicas como análisis de datos, inteligencia artificial y/o *Machine Learning*, aplicados a la exploración de hidrocarburos en cuencas emergentes y frontera colombianas, que den un valor agregado a estos datos y permitan agilizar la toma de decisiones y mejorar la prospectividad en las cuencas colombianas

## **2 MODALIDAD 2**

### **2.1. MODELOS HIDROGEOLÓGICOS CONCEPTUALES EN ZONAS DE ALTA SENSIBILIDAD SOCIAL Y AMBIENTAL**

Los modelos conceptuales sobre acuíferos requieren el uso convergente de diversas disciplinas científicas y tecnológicas para valorar un medio, que solo puede ser modelado en forma indirecta; por tanto, cada modelo es básicamente una hipótesis. A pesar de que esto es aceptado por la hidrogeología, las zonas con alta prospectividad en hidrocarburos requieren una profundización de las posibles perturbaciones del medio, derivadas de los proyectos E&P; al menos, bajo la premisa de “¿qué pasaría sí?”

Productos técnicos obligatorios para entregar:

- Documento técnico de los estados del arte a escala local y global- Tipologías de Modelos.
- Documento técnico que recopile las posibles perturbaciones asociadas a las actividades E&P.
- Propuesta metodológica para el diseño de un modelo conceptual en una región de intervenciones E&P.
- Piloto: Modelo conceptual en Bloquea Odisea.
- Evaluación hidrogeológica ambiental estratégica en el piloto.
- Modelo matemático preliminar en régimen permanente.

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



**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses

**Monto:** MIL MILLONES DE PESOS M/CTE (\$ 1.000.000.000).

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminar de programas profesionales de Ingeniería Civil, ambiental, Petróleos Geología, preferiblemente que hayan cursado materias en Aguas Subterráneas o en geomática.

## 2.2 IMPLICACIONES AMBIENTALES DE LA REINYECCIÓN DE AGUAS OLEAGINOSAS

La producción de hidrocarburos habitualmente conlleva la emisión de altos volúmenes de aguas que pueden provenir desde el “nacimiento” mismo del hidrocarburo hasta fases intermedias o tardías, asociadas a la migración de hidrocarburos en el subsuelo. Estas aguas deben ser dispuestas técnicamente, la mayoría de las veces a través de la reinyección en formaciones adecuadas, preferencialmente las asociadas a presencia, tránsito o generación de hidrocarburos, lo cual permitiría, no sólo su disposición, sino también uso para procesos de recobro secundario. Sin embargo, esta actividad, en algunos casos cíclica, tiene implicaciones ambientales como la posible sismicidad inducida, posibilidad de afectaciones a otras unidades acuíferas, uso de la energía disponible en el agua, entre muchas otras. Este proyecto tiene dos grandes componentes, a saber: la ambiental y la socio-jurídica:

### 2.2.1 Implicaciones ambientales de la reinyección de aguas en DISPOSSAL o EOR. [Enhanced Oil Recovery]

El alcance del proyecto de investigación debe considerar entre otros los siguientes aspectos y productos técnicos obligatorios:

- Elaboración de un documento técnico que comprenda la identificación, caracterización, variabilidad, susceptibilidad y manejo de variables físicas asociadas al medio contenedor como es la naturaleza de la matriz, la humectabilidad del grano, la poroelasticidad, densidad, temperatura y las características del fluido endógeno.
- Entrega de un documento técnico en el cual se determine el potencial y/o vulnerabilidad del medio contenedor y formaciones adyacentes: características intrínsecas y potencia de las rocas sello, distancia fallas, vecindad de acuíferos de uso humano, características del basamento cristalino, tasas de inyección, presión fractura, diferencias de facie, existencia de mecanismos de recarga o flujos interformaciones.
- Identificación de los determinantes en la selección de una formación receptora: hidrogeoquímicas, isotópicas, estructurales, geológicas, estanquidad y sellos locales y/o regionales.
- Desarrollo de nuevas tecnologías de pozos inyectoras, disminución de la entropía, calidad estructural, caracterización de la canalización, disminución de la sismicidad, arreglos de pozos y monitoreo.

**Monto:** OCHOCIENTOS MILLONES DE PESOS M/CTE (\$ 800.000.000).

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses.

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

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



**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminal de programas profesionales de Ingeniería Civil, ambiental, Petróleos, Geología, Químicos o ingenieros químicos.

### 2.2.2 Aprestamiento y armonización jurídica del DISPOSSAL y el EOR.

Productos técnicos obligatorios para entregar:

- Elaboración de un estudio de legislación comparada al respecto, al menos considerando un caso en Latinoamérica, uno en Norteamérica, uno en Europa y uno en Asia, respecto a la nueva norma de reúso de aguas industriales en Colombia.
- Informe técnico con la determinación de consideraciones en transvases de cuencas subterráneas.
- Informe técnico con la determinación de consideraciones especiales de las aguas connatas, aguas fósiles, camas de agua cortadas y acuíferos hipersalinos.
- Informe técnico con una propuesta de ajuste normativo para el dispossal y el EOR en aguas con similitud hidrogeoquímica.

**Monto:** CUATROCIENTOS MILLONES DE PESOS M/CTE (\$ 400.000.000).

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses.

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminal de programas profesionales de Ingeniería Civil, sanitaria, ambiental, Geología, y Derecho.

### 2.3 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS EN PROYECTOS EN ZONAS PROSPECTIVAS DE HIDROCARBUROS EN LA AMAZONIA COLOMBIANA.

La Amazonía es una región de alta sensibilidad ambiental y social en la cual convergen diversas dinámicas de uso y apropiación del suelo, e incluso del subsuelo, muchas veces en conjunción con procesos ilegales o paraestatales. No obstante, la explotación y producción de hidrocarburos puede estar presente en algunas de estas regiones, sin embargo, se desconoce si para estos frágiles ecosistemas, sus consecuencias tienden a adicionarse, trasladarse o amortiguarse con las ya presentes en el territorio.

Productos técnicos obligatorios para entregar:

- Informe técnico con la línea base de estado actual de los ecosistemas, al menos en un comparativo en una región altamente intervenida (Mocoa), medianamente intervenida (San Vicente de Caguán) y poco intervenida de alta prospectividad (Caquetá Centro)
- Mapa de ecosistemas y usos actuales (1:25.000)
- Evaluación ambiental estratégica y adaptativa, frente a proyectos E&P

**Monto:** MIL QUINIENTOS MILLONES DE PESOS M/CTE (\$ 1.500.000.000)

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminal de programas profesionales de Ingeniería Civil, sanitaria, ambiental,



Forestal, Biología, Ecología o afines según clasificación SNIES

## 2.4 NUEVAS TECNOLOGÍAS DE TELEMETRÍA Y SENSÓRICA PARA LA FISCALIZACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES Y DE RIESGO.

Los proyectos E&P tienden a estar distribuidos en formación bastante irregular y granular sobre el territorio colombiano. Este hecho, sumado a que este tipo de proyectos requieren operaciones de gran dinamismo temporal, además, de la producción de impactos de corto rango llaman al regulador a la necesidad de implementar nuevas tecnologías de percepción remota que permitan fiscalizar estos impactos e influenciar positivamente al sector en el desarrollo de mejores prácticas e integración funcional de actividades de optimización ambiental como la reducción de GEI y la Carbono neutralidad.

Productos técnicos obligatorios para entregar:

- Informe sobre las tecnologías teledetección disponibles satelitales, aerotransportas y de drones disponible para seguimiento y fiscalización de operaciones E&P
- Piloto de cartografía de facilidades con drones
- Piloto de detección y medición de emisiones de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S y CH<sub>4</sub> en instalaciones concentradas y aisladas.
- Desarrollo de algoritmos para sensores satelitales FAC-1, FAC-2 y FAC-3

**Monto: DOS MIL MILLONES DE PESOS M/CTE** (\$ 2.000.000.000)

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminar de programas profesionales de Ingeniería Civil, sanitaria, ambiental, Forestal, o afines según clasificación SNIES

## 2.5 CAPTURA, UTILIZACIÓN Y SECUESTRO DE CARBONO-CCUS

El dióxido de carbono es responsable natural del cambio climático. Para intentar reducirlo, en 2015, los países firmantes del Acuerdo de París se comprometieron a limitar el incremento de la temperatura global por debajo de dos grados centígrados. Las tecnologías CAC (de captura, transporte, almacenamiento y usos del CO<sub>2</sub>) de hoy significan una oportunidad para transitar hacia las metas nacionales e internacionales enfocadas en la disminución de emisiones, ya que, con éstas, se estima un aporte que oscila entre el 15% y el 30% de mayor reducción en dichos contaminantes.

Dichas tecnologías son atractivas en el procesamiento de CO<sub>2</sub> generado por los proyectos de E&P, pero se traducen en un gran reto de diseño, implementación y ejecución para su captura, secuestro, transporte y uso.

La reducción de la huella de carbono dentro de la industria de los hidrocarburos es un propósito urgente y se convierte en un reto mayor si las organizaciones internacionales acuerdan estrategias para igualar a cero las emisiones de dióxido de carbono antes del año 2050, lo que a su vez transformará la dinámica actual del mercado energético.



La energía neutral en carbono brinda una solución vital para la industrialización sostenible y la protección del medio ambiente. En este aspecto resaltan tendencias tales como que la producción global anual de hidrógeno en 2020 implicó una producción de 87 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Las refinerías usan este gas para procesos de producción que emplean moléculas de nitrógeno e hidrógeno, tales como la producción de NH<sub>3</sub> (amoniaco) o para la producción de aleaciones como el acero que derivan del carbono y del hierro (Fe).

Por otro lado, el hidrógeno (H<sub>2</sub>) como vector de energía de cero emisiones (en el caso del Hidrógeno verde o de bajas emisiones en el caso del Hidrógeno azul), ofrece más del doble de energía por unidad de masa en comparación con otros combustibles. La relación de almacenamiento energético del hidrógeno por volumen y peso es casi cinco veces mayor que la capacidad de almacenamiento que tienen las plantas eléctricas actualmente.

Esta línea invita a la formulación de proyectos basados en la necesidad de avanzar en el conocimiento tanto en la producción de hidrógeno verde o azul, como en la captura y reúso del CO<sub>2</sub>, en clave de la transición energética y del aprovechamiento de subproductos de la industria petrolera, optimizando el desarrollo de mejores prácticas y técnicas para la manipulación de gases existentes o derivados del gas natural, bajo la premisa de mayor eficiencia y respeto por el medioambiente.

### **Captura, Utilización y Secuestro del CO<sub>2</sub> derivado de la industria de los hidrocarburos**

El CO<sub>2</sub> originado por la operación E&P tiene principalmente su origen en las quemaduras de gas metano que se realizan in situ como medida de prevención de riesgos o en las asociadas a la generación eléctrica para resolver la demanda de instalaciones dispersas. En el sector se ha planteado la meta de reducir dichas emisiones en 50% en los próximos 8 años, sin embargo: se desconoce la base de información de generación de distribuida de este CO<sub>2</sub>, se requieren mejores técnicas de quema de metano o anulación de estas y por último, ante la inevitabilidad de quemar o usar, no se tienen los conocimientos ni avances tecnológicos para concentrar, capturar y secuestrar este dióxido de carbono, por lo tanto este proyecto busca iniciativas con los siguientes proyectos específicos:

#### **2.5.1 Captura, Utilización y/o Secuestro del CO<sub>2</sub> derivado de la industria de los hidrocarburos – Caracterización del potencial de formaciones del subsuelo para el secuestro de carbono**

**Monto:** DOS MIL MILLONES DE PESOS M/CTE (\$2.000.000.000)

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses.

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminal de programas profesionales de Ingeniería Civil, ambiental, Petróleos, Geología, Químicos o ingenieros químicos.

#### **2.5.2 Caracterización regional del potencial de secuestro en formaciones hidrogeológicas medias, profundas, hipersalinas y/o oleaginosas, en zonas de altas tasas de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector de los hidrocarburos (Al menos 2 zonas piloto a escala 1:50.000)**

Este componente se orienta, no solo al potencial de recepción y secuestro del CO<sub>2</sub>, sino también a la caracterización de técnicas costo eficientes de su uso en recobro mejorado y la determinación de las fracciones que

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



efectivamente quedan secuestradas en las formaciones o que ingresan en el flujo recobrado y que deban ser recirculadas.

**Monto:** MIL NOVECIENTOS MILLONES DE PESOS M/CTE (\$1.900.000.000)

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses.

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminal de Geología o geofísica. A nivel de pregrado y posgrado. O Recién graduados en las mismas áreas.

### 2.5.3 Variables y determinantes para el uso de emisiones zonales en procesos de recobro mejorado.

Caracterización de operaciones, caracterización de yacimientos de alta factibilidad de uso de la tecnología, reciclaje del CO<sub>2</sub>-EOR, Tecnologías, diseños mecánicos, eficiencias de barrido.

**Monto:** DOS MIL SETECIENTOS MILLONES DE PESOS M/CTE (\$2.700.000.000)

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses.

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

## 2.6 LÍNEA HIDRÓGENO

### 2.6.1 Potencialidad de generación *in-situ* de H<sub>2</sub> a partir de la reducción de quemas, venteos y emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub>.

La transición energética implica para el país la búsqueda de nuevas fuentes de generación de energía, a este respecto es fundamental determinar la viabilidad para que el hidrógeno se incorpore como vector energético. En tal sentido, es necesario determinar las posibles rutas tecnológicas para la producción de hidrógeno a partir de cantidades pequeñas o distribuidas de metano.

Por tanto, el alcance de la propuesta de investigación se oriente a la elaboración de un documento técnico que presente el estado de desarrollo de las tecnologías portables y costo-eficientes para la generación de hidrógeno embotellado a partir de cantidades pequeñas o distribuidas de metano, *incluyendo la captura del CO<sub>2</sub> de subproducto cuando sea pertinente*.

**Monto:** SETECIENTOS QUINCE MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS VEINTIÚN PESOS M/CTE (\$715.471.221)

**Tiempo máximo de duración del proyecto:** Doce (12) meses.

**Jóvenes Investigadores a vincular:** Mínimo uno (1), máximo tres (3).

**Perfiles:** Estudiantes en fase coterminal de programas profesionales de Petróleos, Geología, Químicos o ingenieros químicos, o posgraduados en las mismas áreas.