Universidad Industrial de Santander

Vigilada MinEducación

1110

Bucaramanga, 22 de enero de 2026

Doctora
María Cecilia RUIZ CARDONA
Vicepresidenta Técnica
Vicepresidencia Técnica
Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH
Bogotá D.C.

Ref. Propuesta técnica y económica para el "*Análisis integral de corazones de pozos perforados por la ANH".*

Respetada doctora María Cecilia.

Con un atento saludo por medio de la presente comunicación presentamos a su consideración propuesta técnica y económica para el proyecto cuyo objeto es: *Análisis integral de corazones de pozos perforados por la ANH para avanzar en la evaluación del potencial de fuentes no convencionales de energía y la descarbonización*. El proyecto cual estará liderado por el profesor Edwar Hernando Herrera Otero, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Petróleos de la Universidad Industrial de Santander. El valor de la presente cotiación asciende a DOCE MIL SESENTA Y DOS MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SIETE PESOS COP ($12.062.495.367) M/CTE.

Esta cotización tiene una vigencia de tres meses y estaremos atentos a la forma contractual que de esta cotización pueda derivarse. En todo caso, en lo que corresponde a propiedad intelectual, se dará aplicabilidad a lo previsto en el Acuerdo No. 093 de 2010 del Consejo Superior de la Universidad Industrial de Santander.

Cordialmente,

HERNÁN PORRAS DÍAZ
C.C. No. 13.843.619 de Bucaramanga
Rector y Representante Legal
Universidad Industrial de Santander
NIT. 890.201.213-4

Revisado en sus aspectos legales
Alexandra María León Mejía

Rectoría
PBX: +(57) 607 6344000, ext. 2425. Telefax: 607 6350541
Correo electrónico: rectoria@uis.edu.co Portal web: www.uis.edu.co
Carrera 27 con calle 9, ciudad universitaria. Bucaramanga, Colombia

10 años Bucaramanga
ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Res. MEN 014043 - Julio 19 de 2022

ANÁLISIS INTEGRAL DE CORAZONES DE POZOS PERFORADOS POR LA ANH PARA AVANZAR EN LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGÍA Y LA DESCARBONIZACIÓN

AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS - ANH

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS
Carrera 27 calle 9.
Bucaramanga (Santander)
PBX: (607) 6344000.
NIT: 890.201.213
ENERO 2026

Revisado en sus aspectos legales
Adriana María León Mejía

Universidad Industrial de Santander
Vigilada Mineducación

CONTENIDO

1 GENERALIDADES 3
2 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE 22
3 ASPECTOS TÉCNICOS Y ACTIVIDADES A EJECUTAR: 23
3.1 Realización del plan detallado de trabajo. 23
3.2 Recopilación y revisión de información secundaria. 23
3.3 Verificación, diagnóstico y recomendaciones para la preservación de los núcleos 23
3.4 Adquisición de análisis 24
3.5 Adquisición de análisis específicos para estudio de hidrógeno. 26
4 PRODUCTOS ESPERADOS 28
4.1 Recopilación y revisión de información secundaria. 28
4.2 Verificación, diagnóstico y recomendaciones para la preservación de los núcleos 28
4.3 Adquisición de análisis 28
4.4 Adquisición de análisis específicos para estudio de hidrógeno 29
4.5 Productos finales 30
4.6 Traslado de muestras 30
5 METODOLOGÍA Y CONDICIONES 32
5.1 Plan de trabajo y cronograma 32
5.2 Condiciones de entrega de los productos finales 32
5.3 Informes de avances semanales y mensuales: 32
5.4 Tiempo de ejecución 32
5.5 Lugar de ejecución 32
6 PERSONAL MINIMO REQUERIDO 33
7 VALOR Y FORMA DE PAGO 34

1 GENERALIDADES

En atención a la invitación realizada por la Vicepresidencia Técnica de la Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, la Universidad Industrial de Santander presenta propuesta para el proyecto: "Análisis integral de corazones de pozos perforados por la ANH para avanzar en la evaluación del potencial de fuentes no convencionales de energía y la descarbonización".

Trayectoria de la Universidad Industrial de Santander

La Universidad Industrial de Santander (UIS) es una institución de educación superior que destaca por gran infraestructura y experiencia en los relacionado con la ejecución de proyectos de investigación e ingeniería. En el marco de sus ejes misionales de investigación y extensión cuenta con una amplia experiencia desarrollando proyectos de investigación y servicios para la industria minero-energética. Además de contar con infraestructura tecnológica especializada, como la presente en la Sede Parque Tecnológico Guatiguará y una sólida base de talento humano, que es referente en los temas relacionados con el presente proyecto.

En sus 76 años, la UIS se ha consolidado como una de las universidades más representativas de la comunidad académica nacional, gracias al reconocimiento de sus 99 programas de pregrado distribuidos en todas sus sedes y de sus 96 programas de posgrado, entre los que se cuentan 25 especializaciones, 53 maestrías, 9 especializaciones médico-quirúrgicas y 10 doctorados. Proyecto formativo que, en conjunto con los proyectos de extensión, como eje central de la Universidad, también ha servido para el fortalecimiento de importantes sectores productivos de la región y el país por medio de convenios firmados con diferentes entidades.

La experticia de la Universidad en términos de Investigación se soporta en la variada oferta de los 101 grupos de investigación de las 5 facultades que conforman la Universidad. Según clasificación de Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación - MINCIENCIAS se cuenta con 21 grupos en categoría A1, 27 en categoría A, 25 en categoría B, 17 en categoría C, 8 en categoría reconocidos y 3 en categoría no reconocidos.

De esta manera la Universidad Industrial de Santander se sustenta en la excelencia académica de sus programas y la alta calidad de sus procesos administrativos, certificados por el Ministerio de Educación Nacional al conferirle a la UIS la Acreditación Institucional por 10 años, según Resolución No. 014043 de 19 de julio de 2022; la cual ratifica a la UIS como una de las mejores instituciones académicas con las que cuenta el país.

Por medio de la ejecución de este tipo de proyectos en sinergia con la industria, la UIS no sólo adquiere la experiencia y fortalece su infraestructura, sino que además contribuye al desarrollo tecnológico y científico en el país, avanzando en el conocimiento de temas relevantes como la transición energética y asegurando que la ejecución de estos proyectos genere productos tecnológicos, formación de capital humano y nuevo conocimiento en general.

En el ámbito de la investigación, la UIS cuenta con académicos expertos en temas relacionados en materia de proyectos de inversión de Transición energética, los cuales

pueden realizar investigaciones interdisciplinarias con el objetivo de generar y difundir conocimiento para desarrollar metodologías innovadoras que contribuyan a comprender y resolver los desafíos en estas áreas.

Es relevante destacar que la Universidad Industrial de Santander posee una amplia experiencia en proyectos con entidades del ámbito nacional, entre la cuales se destacan:

- Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH
- Servicio Geológico Colombiano – SGC
- Ecopetrol
- Ministerio del Interior - MININTERIOR
- Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – MINTIC
- Ministerio de las Culturas, los artes y los saberes – MINCULTURAS

Idoneidad UIS

La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS, es un ente autónomo, de servicio público cultural, con régimen especial, vinculado al Ministerio de Educación Nacional y organizado como establecimiento público del orden departamental, con personería jurídica y autonomía académica, administrativa y financiera, conforme con la Constitución Nacional y la Ley, con patrimonio independiente, y creada mediante Ordenanza No. 41 de 1940 y 83 de 1994 de la Asamblea Departamental de Santander reglamentadas por el Decreto 1300 de junio 30 de 1982 de la Gobernación de Santander, cuyo objetivo es la formación de ciudadanos como profesionales integrales, éticos, con sentido político e innovadores; apropia, utiliza, crea, transfiere y divulga el conocimiento por medio de la investigación, la innovación científica, tecnológica y social, la creación artística y la promoción de la cultura.

Esta Institución se encuentra sujeta a inspección y vigilancia mediante la Ley 1740 de 2014 y la Ley 30 de 1992 del Ministerio de Educación de Colombia, y se encuentra inscrita con código SNIES 1204 y tiene como Registro Único Tributario e número: 890201213, y cuenta con su sede principal en la ciudad de Bucaramanga – Santander.

La UIS dispone del Acuerdo No. 006 de 2005 expedido por el Consejo Superior (máxima autoridad al interior de la Universidad), en el cual se define la función de extensión como un "complemento de la Docencia y la Investigación", tendiente a una propuesta de modelo de desarrollo de manera focalizada. En efecto, "la Extensión comporta un elemento proactivo, en el sentido de responder no solo a las demandas específicas del mercado y de diversas organizaciones sociales, sino que posibilita el desarrollo de una política institucional que propicia una integración e interacción con la sociedad sobre la base de un alto ejercicio de responsabilidad ética y social en la definición, jerarquización y formulación de alternativas a los problemas del desarrollo local, regional y nacional".

En el numeral 6 del citado Acuerdo, se listan las modalidades de extensión entre ellas: la asesoría, consultoría, asistencia técnica, interventoría y veeduría. Particularmente, la consultoría es entendida como aquellos "conceptos especializados que se emiten como respuesta a solicitudes formuladas sobre asuntos específicos, y que no implican una

transferencia significativa de tecnología. Esta actividad busca que las soluciones propuestas sean las más adecuadas desde los puntos de vista técnico, económico y social".

Por su parte en el artículo 5 numeral g del Acuerdo No. 166 de 2013 "Estatuto General", se contempla: "Para el cumplimiento de su misión la Universidad Industrial de Santander tiene como objetivos: (…) g. Participar en la atención de las necesidades de la comunidad con programas de capacitación, asesoría, consultoría, interventoría, suministro de bienes y servicios mediante la suscripción de convenios o contratos".

La Representación Legal de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER la ejerce el Rector, por mandato del Artículo 25 del Estatuto General de la Universidad, adoptado en el Acuerdo del Consejo Superior 166 de 1993.

De conformidad con el Artículo 30, literal e, del Estatuto General, corresponde al Rector "suscribir contratos, convenios y expedir los actos que sean necesarios para el logro de los objetivos de la Universidad.

Orientan su misión los principios democráticos, la reflexión crítica, el ejercicio libre de la cátedra, el trabajo interdisciplinario y la relación con el mundo externo. Sustenta su trabajo en las cualidades humanas de las personas que la integran, en la capacidad laboral de sus empleados, en la excelencia académica de sus profesores y en el compromiso de la comunidad universitaria con los propósitos institucionales.

El quehacer universitario se desarrolla, actualmente, en ocho sedes: tres en Bucaramanga (Campus Principal, Facultad de Salud y Bucarica), una en Piedecuesta, una en Barbosa, una en Barrancabermeja, una en Málaga y una en el Socorro.

En Bucaramanga, el campus universitario principal, está ubicado en un área de 337.000 metros cuadrados en la zona nororiental de la meseta, alberga los edificios de las Facultades de Ingenierías, Ciencias y Humanidades; Bienestar Universitario, Dirección General de Investigaciones, Biblioteca Central y oficinas administrativas; además, diversos centros de investigación, el Centro de Tecnologías de Información y Comunicación - CENTIIC, auditorios, talleres, laboratorios, museos, canchas deportivas y zonas verdes.

En Piedecuesta exactamente, en el Valle de Guatiguará en un área de 105.000 metros cuadrados, se encuentra el Parque Tecnológico de Guatiguará y allí, en un área cercana a los 20.000 m^2 , La Universidad Industrial de Santander cuenta con el Polo de Investigaciones en donde operan cerca de 55 laboratorios dotados con infraestructura robusta y relacionados con diferentes áreas del conocimiento entre los cuales y para el tema pertinente, operan los Laboratorios para análisis de núcleos en Tomografía Computarizada de rayos X (CT) para digitalización de núcleos de perforación y estimación de propiedades de roca, Laboratorio de Petrofísica, Laboratorio de Daño a la Formación, y en general análisis enfocados para el sector de los hidrocarburos. Así mismo, cuenta con el Grupo de Investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento, el cual tiene amplia trayectoria en diseños de modelos de red para diferentes áreas de la industria.

Adicionalmente, la Universidad Industrial de Santander tiene una biblioteca virtual que cuenta con una Base de Datos Bibliográfica nacional e internacional, como recurso de

información especializado con calidad en formato electrónico, representado en colecciones de documentos electrónicos de acceso en línea, referenciales y en texto completo, en todas las disciplinas del saber.

En las Bases de Datos Bibliográficas se pueden consultar artículos de revistas, libros, normas nacionales e internacionales, investigaciones, guías, manuales, bibliografías, aplicativos de software, prensa, videos, imágenes, memorias y conferencias, entre otros documentos.
La Universidad Industrial de Santander- UIS - cuenta con la capacidad técnica necesaria para dar cumplimiento a las actividades requeridas, soportada por su amplia experiencia en la ejecución de proyectos similares, además de poder contratar personal altamente especializado en las áreas del conocimiento relacionadas.

Dentro de los proyectos ejecutados por la UIS están: la perforación de 15 pozos estratigráficos, en los cuales se adquirieron e interpretaron más de 10,000 [ft] de registros asociados a: Rayos Gamma (GR) espectrales (Th, U, K), Densidad de dos detectores con factor fotoeléctrico, Porosidad neutrónica (Neutrones), Potencial Espontáneo (SP), Medida del Buzamiento (Dipmeter), Registro de Verticalidad del pozo (Verticality), Resistivos de largo y corto alcance, Acústicos (Sónico y VSP), Calibrador del hoyo ("Caliper, Imágenes de Pared de Pozo, Medidor de presiones, Gradiente Térmico, para luego correlacionar la información proveniente de la interpretación y digitalización de los registros, con la información de la descripción litológica de los núcleos y muestras de zanja obtenida.

- En el área de extensión de la Universidad Industrial de Santander, a través de sus grupos y laboratorios de investigación y con el apoyo de las unidades académico-administrativas, posee la capacidad y experiencia de ofrecer un servicio integral para la industria de hidrocarburos que incluye estudios de ingeniería; servicios y proyectos de Análisis Petrofísicos, Análisis DRX, Análisis FRX, Análisis de Geoquímica Orgánica, Daño a la Formación, Tomografía Computarizada de alta resolución; Desarrollo de Software; Optimización de procedimientos y metodologías; Capacitación de personal, entre otros; lo cual se ve reflejado en los diversos Proyectos con la, AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (ANH), con el SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO, ECOPETROL S.A., EQUION ENERGIA LIMITED, CHEVRON PETROLEUM COMPANY, HALLIBURTON, MANSAROVAR y demás empresas del sector de Hidrocarburos.

- Es de resaltar la sinergia generada entre la Universidad Industrial de Santander y la Industria del sector Hidrocarburos, la cual aporta beneficios tanto en la generación de conocimiento desde el entorno académico y la formación de Profesionales de alto valor científico, como en el aumento de la productividad y solución de diversos problemas del sector.

Se destacan los siguientes factores diferenciadores y competitivos para que la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER – UIS, sea mejor opción:

A. Cuenta con la Resolución No. 014043 del 19 de julio de 2022 “Por medio de la cual se renueva la acreditación institucional en Alta Calidad a la Universidad Industrial de Santander con lugar de desarrollo en Bucaramanga”, por el término de diez (10) años contados a partir de la expedición de la presente resolución. Esta vigencia es el máximo

tiempo de duración en acreditación que otorga el Consejo Nacional de Acreditación de Colombia. Es importante destacar que la acreditación de alta calidad es el acto por el cual el Estado adopta y hace público el reconocimiento que los pares académicos hacen de la comprobación que efectúan en una institución sobre la calidad de sus programas académicos, su organización, funcionamiento y el cumplimiento de su función social, constituyéndose en instrumento para el mejoramiento de la calidad de la educación superior.

B. La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS, cuenta con cerca de 55 laboratorios dotados con infraestructura robusta y relacionados con diferentes áreas del conocimiento, entre los cuales y para el tema pertinente, operan los Laboratorios de Rayos X para determinar la mineralogía de las muestras de roca, Laboratorio de Tomografía Computarizada de rayos X (CT) para digitalización de núcleos de perforación, Laboratorio de Petrofísica para la estimación de propiedades de roca, Laboratorio de Geoquímica Orgánica, Laboratorio de Daño a la Formación, Laboratorio de Microscopia Electrónica de Barrido para detalle a escala micrométrica, características de las rocas y en general análisis enfocados para el sector de los hidrocarburos.

C. La ubicación estratégica de los laboratorios de la Universidad y su cercanía con la Litoteca Nacional, por cuanto. la sede de la Litoteca Nacional se encuentra ubicada dentro de las instalaciones del Parque Tecnológico Guatiguará, por lo que el sitio de donde saldrán la mayoría de las muestras y los laboratorios pertinentes, quedan distanciados solo por algunos metros. El transporte será mínimo, teniendo un ahorro y optimización de tiempos. Además, se disminuyen los riesgos a los que se exponen las muestras durante un transporte largo. Esta situación, también puede facilitar la interacción entre los grupos de expertos y los profesionales del proyecto vinculados a esta actividad.

D. El laboratorio de Tomografía Computarizada de Rayos X para Caracterización de Yacimientos, en el cual se describe, evalúa e integra la información geológica del subsuelo, mediante métodos de inyección de fluidos, permitiendo obtener imágenes de visualización, monitoreo y validación del subsuelo en condiciones de presión y temperatura del yacimiento.

E. El laboratorio de Rayos X cuenta con la Resolución No. 2022500919 del 04 de abril de 2022, “por la cual se concede la renovación de la certificación de Buenas Prácticas de Laboratorio a LABORATORIOS DE RAYOS X DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, con NIT 890201213-4”.

F. El Laboratorio de Análisis Petrofísicos cuenta con la acreditación de seis (6) ensayos de la ONAC y con el proceso de renovación de acreditación surtido, de las siguientes pruebas: saturación de fluidos, porosidad, permeabilidad, mojabilidad visual, sludge y emulsión; ensayos acreditados por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia - ONAC bajo la norma ISO/IEC 17025:2017; siguiendo los lineamientos de las normas API RP 40:1998 y API RP 42:1990.

G. Adicionalmente, la Universidad cuenta con metodologías de implementación de las normas voluntarias de gestión ambiental como ISO14001 y salud y seguridad como OHSAS 18001.

H. Cuenta con los programas de pregrado y posgrado enfocados a la formación e investigación de profesionales en las áreas que se relacionan con el objeto del presente proyecto, lo cual brinda el respaldo académico y soporte investigativo con el que de igual manera se respalda la experiencia de este ente educativo, así:

- Programa de Geología
- Programa de Ingeniería de Petróleos
- Programa de Química
- Maestría en Geología
- Maestría en Geofísica
- Maestría en Ingeniería de Hidrocarburos
- Maestría en Ingeniería de Petróleos y Gas (con énfasis en alguna de las siguientes temáticas: Ingeniería de Yacimientos, Gerencia y Economía de Hidrocarburos, Producción de Hidrocarburos, Ingeniería del Gas)
- Especialización en Ingeniería de Yacimientos
- Especialización en Gerencia de Hidrocarburos
- Especialización en Producción de Hidrocarburos
- Especialización en Ingeniería del Gas

I. Adicionalmente, la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS, ha ejecutado contratos exitosamente durante los últimos años en el área de interés del presente proyecto y zonas aledañas con entidades como la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, el Servicio Geológico Colombiano – SGC, y ECOPETROL S.A., mediante las disciplinas de petrofísica, petrografía, bioestratigrafía, geoquímica inorgánica y geoquímica orgánica, de muestras de núcleos obtenidos de perforaciones en el norte colombiano. Es así que cuentan con la experiencia que se acredita dentro de las cuales resaltamos los siguientes proyectos:

- Específicamente con el SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO – SGC -, se han ejecutado los siguientes proyectos, que se relaciona con las temáticas objeto de la presente propuesta:

1. Contrato Interadministrativo No. 041 de 2021, celebrado entre la UIS, y el SGC, cuyo objeto fue "*Realizar análisis de laboratorios especializados en muestras de roca para las técnicas de Geoquímica inorgánica, Petrofísica, Petrografía y Bioestratigrafía en el marco del proyecto de integración cartográfica a escala 50K para las cuencas sedimentarias del VIM y SSJ*".

- Los productos más representativos de este proyecto fueron:

- Análisis Petrofísicos (muestreo, corte, porosidad, permeabilidad): 2200 análisis.
- Análisis DRX (con contenido de arcillas): 500 análisis.
- Análisis Petrográficos (preparación, análisis): 2200 análisis.
- Estudios de Bioestratigrafía: 3000 análisis, así:
  - Polen Dinoflagelados, esporas (preparación, análisis): 1000 análisis.
  - Foraminíferos bentónicos, planctónicos (preparación, análisis): 1000 análisis.
  - Nanofósiles calcáreos (preparación, análisis): 1000 análisis.

2. Contrato Interadministrativo No. 315 de 2022, celebrado entre la UIS, y el SGC, cuyo objeto fue "*Prestar los servicios de procesamiento y análisis de muestras de roca para las técnicas de geoquímica orgánica, composición y textura de roca, análisis de roca, petrofísica, petrografía y bioestratigrafía en el marco de los proyectos adelantados por el SGC en virtud de los convenios interadministrativos celebrados con la Agencia Nacional de Hidrocarburos".*

- Los productos más representativos de este proyecto fueron:

  - Análisis Petrofísicos: 1294 análisis.
  - Análisis DRX: 886 análisis.
  - Análisis FRX: 586 análisis.
  - Análisis Petrográficos (preparación, análisis): 531 análisis.
  - Estudios de Bioestratigrafía: 2702 análisis, así:
  - Polen Dinoflagelados, esporas (preparación, análisis): 714 análisis.
  - Foraminíferos bentónicos, planctónicos (preparación, análisis): 754 análisis.
  - Nanofósiles calcáreos (preparación, análisis): 744 análisis.
  - Ostrácodos dinoflagelados (preparación análisis): 450 análisis.
  - Bioestratigrafía micro (preparación análisis): 20 análisis.
  - Bioestratigrafía macro amonoideos (preparación análisis): 20 análisis.

3. Contrato Interadministrativo No. 020 de 2022, celebrado entre la UIS, y el SGC, cuyo objeto fue "*Prestar los servicios de procesamiento y análisis de muestras de roca para las técnicas de geoquímica orgánica, calidad de roca y bioestratigrafía en el marco de los proyectos adelantados por el SGC en virtud de los convenios interadministrativos celebrados con la Agencia Nacional de Hidrocarburos".*

- Los productos más representativos de este proyecto fueron:

  - Análisis Petrofísicos: 520 análisis.
  - Análisis DRX: 584 análisis.
  - Análisis Petrográficos (preparación, análisis): 551 análisis.
  - Análisis Petrográficos (rocas cristalinas): 7 análisis.
  - Petrografía orgánica/Reflectancia de Vitrinita (Ro) con AVK: 92 análisis.
  - Pirolisis (preparación, análisis): 350 análisis.
  - Contenido de materia orgánica TOC: 450 análisis.
  - Contenido de azufre total: 10 análisis.
  - Contenido de carbono total: 20 análisis.
  - Estudios de Bioestratigrafía: 1233 análisis, así:
  - Polen Dinoflagelados, esporas (preparación, análisis): 287 análisis.
  - Foraminíferos bentónicos, planctónicos (preparación, análisis): 510 análisis.
  - Nanofósiles calcáreos (preparación, análisis): 271 análisis.
  - Ostrácodos dinoflagelados (preparación análisis): 104 análisis.
  - Bioestratigrafía macro amonoideos (preparación análisis): 61 análisis.

- Con la AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS – ANH, o actuando la ANH como entidad beneficiaria (siendo la ANH cliente del SGC en el proyecto que nos ocupa),

se han ejecutado los siguientes proyectos, que se relacionan con las temáticas objeto de la presente propuesta:

4. Contrato Interadministrativo No. 461 de 2024, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue *"Caracterización geológica y geofísica en Cordillera Oriental, simulación para caracterización de CCS, diagnóstico gas natural e interpretación de datos de tomografía"*. El proyecto se realizó en (4) cuatro subproyectos, los cuales se referencian a continuación:

- **Subproyecto 1.** Caracterización preliminar geológica, petrográfica, geoquímica y geofísica de los elementos de un sistema de gas termogénico presentes en un sector de la Cordillera Oriental: roca fuente, (formaciones arcillosas del Cretáceo a Paleógeno), roca sello (evaporitas y arcillas) y rocas reservorio (formaciones Mesozoicas y Cenozoicas).
- **Subproyecto 2.** Simulación y análisis del proceso de almacenamiento geológico de CO2 en yacimientos depletados del Valle Medio del Magdalena.
- **Subproyecto 3.** Diagnostico integral del gas natural en el caribe colombiano.
- **Subproyecto 4.** Caracterización de unidades con potencial de reservorio para gases en las cuencas VIM-SSJ a partir de información secundaria de superficie y subsuelo, tomografía de rayos X y Micro-CT

5. Contrato Interadministrativo No. 439 de 2024, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue *"Contratar la elaboración del Mapa de Gradiente geotérmico en cuencas maduras y emergentes y yacimientos depletados para CO2"*. El proyecto se realizó en (4) cuatro subproyectos, los cuales se referencian a continuación:

- **Subproyecto 1.** Generación de mapa de gradiente geotérmico y flujo de calor a partir de la integración de datos de pozo, mediciones de propiedades litológicas e inventario de fuentes hidrotermales y caracterización geoquímica de los fluidos en áreas de interés.
- **Subproyecto 2.** Actualización del mapa de flujo de calor y gradiente geotérmico para las Cuencas Emergentes y Frontera del Norte de Colombia.
- **Subproyecto 3.** Caracterización y análisis integral para desarrollar almacenamientos subterráneos de CO2 en estructuras geológicas asociadas a acuíferos salinos y yacimientos depletados O&G en áreas libres.
- **Subproyecto 4.** Caracterización geológica de yacimientos depletados para uso y almacenamiento geológico de CO2 en el Valle Medio del Magdalena.

6. Contrato No. 685 de 2023, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue *"Contratar los servicios de tomografía computarizada de los corazones de pozos perforados por la ANH como método de preservación, medición no destructiva y estandarización de información geológica existente en el país"*.

   En este proyecto se realizó para 25767 pies de corazones efectivamente escaneados los siguientes productos:

- Realizar la prestación de servicio de información tomográfica de los corazones almacenados en la Litoteca Nacional provenientes de pozos perforados por la ANH con la obtención de información sobre densidad, número atómico y factor fotoeléctrico mediante la tecnología de tomografía digital de rayos X de acuerdo con el Protocolo de Tomografía de la ANH y el Manual de Entrega de Información Técnica y Geológica de

las Actividades de Exploración, Evaluación y Producción de Hidrocarburos del Banco de Información Petrolera.

La Universidad Industrial de Santander contó con las siguientes licencias con registro de propiedad intelectual:

- Software Rockstatic: Caracterización estática de rocas, registro Dnda-13-77-363
- Software Petroct: Software para la predicción de permeabilidad y porosidad a partir de imágenes de tomografía, registro Dnda-13-87-55

Así mismo, el Grupo de Investigación GIT de la UIS entrega la tomografía en DICOM y en imágenes, curvas de densidad total y factor fotoeléctrico, reporte por sección con cada imagen, sus curvas y demás. Se aplicó el método de doble energía siguiendo los protocolos establecidos por la ANH.

7. Contrato No. 472 de 2025, celebrado entre la UIS y la ANH, mediante el cual se realiza el análisis integral de núcleos de pozos estratigráficos para contribuir en la evaluación del potencial de fuentes no convencionales de energía (Geotermia, Hidrógeno y CCS). Aquí se realizó descripción y tomografía para 20,000 pies de roca y adicionalmente, análisis complementarios de geomecánica, petrofísica, petrografía, bioestratigrafía, DRX, SEM, entre otras.

8. Contrato No. FP44842-454-2017, celebrado entre la UIS, MINCIENCIAS y FIDUPREVISORA, actuando como vocera y administradora del Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación- Fondo Francisco José Caldas, cuyo objeto es "EL FONDO NACIONAL DE FINANCIAMIENTO PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN "FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS", otorga apoyo económica a LA ENTIDAD EJECUTORA en la modalidad de recuperación contingente para cofinanciar el proyecto "*Certificación de Estratigrafía Física y de Calidad de los Núcleos de Perforación Recuperados por la ANH en las Cuencas Valle Inferior del Magdalena, Cesar y Ranchería*".

   Los productos más representativos de este proyecto son:

   - Realizar el muestreo especializado para certificar la calidad de las rocas reservorio, generadora y sello para 50 mil pies de núcleos de perforación, a través de las líneas de investigación tales como geoquímica orgánica, petrofísica y petrografía.
   - Realizar interpretación y Evaluación de potencial de Generación según parámetros TOC vs Potencial total de generación, interpretación y gráfica de estado de madurez termal según parámetros IP vs Tmax, interpretación y grafica de Tipo de Kerógeno según parámetros IO vs IH.
   - Realizar los análisis petrofísicos, con el fin de caracterizar las unidades sedimentarias, analizar sus propiedades físicas, texturales y químicas en relación con los fluidos posiblemente contenidos en ellas y su movimiento en el medio poroso.
   - Certificar la Estratigrafía Física de 25 mil pies de núcleos de perforación, a través de la descripción, análisis y caracterización estratigráfica.

9. Contrato Interadministrativo No. 481, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: REALIZAR LOS ESTUDIOS DE CORRELACIÓN DE INFORMACIÓN

ESTRATIGRÁFICA, REGISTROS ELÉCTRICOS Y REGISTROS TOMOGRÁFICOS DE POZOS ANH DE LAS CUENCAS DEL NW COLOMBIANO Y REALIZAR LA INTEGRACIÓN Y ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO Y ESTRUCTURAL DE LA INFORMACIÓN GEOLÓGICA Y DEL SUBSUELO DE LA CORDILLERA ORIENTAL PARA LA EVALUACIÓN DEL PLAY NO CONVENCIONAL.

Los productos más representativos de este proyecto fueron:

- Integración y análisis estratigráfico y estructural de la información geológica y del subsuelo de la cordillera oriental para la evaluación del play no convencional.
- Realizar un análisis detallado, de los condicionantes del PLAY NO CONVENCIONAL, en las zonas de interés para aceite y gas, con el fin de valorar niveles de conocimiento, riesgo y probabilidad de éxito geológico, representado bajo el concepto de Play.
- CÁLCULO DE OOIP. Realizar el cálculo estimado del volumen de recursos prospectivos para cada área de interés definido, siguiendo los protocolos estándares utilizados por la industria para Gas y Aceite expresados en Barriles equivalentes.
- ELABORACIÓN DE CARTAS DE EXPLORACIÓN. Realizar cartas de eventos para el sistema petrolero No convencional, vinculando los productos de correlación a las propuestas de YTF presentados por la ANH.
- Análisis petrofísico y estratigráfico de los registros de tomografía y los registros eléctricos de los pozos que permitieran generar correlaciones y cartas de exploración de las áreas evaluadas.
- Organización y análisis de la información técnica de los pozos seleccionados, que incluyó columnas estratigráficas de profundidad, edad, registros Rayos Gamma y Potencial Espontáneo, Volumen de Shale obtenido a partir de los registros, Electrofacies generadas a partir de registros de pozo e información de tomografía, imágenes de Tomografía, Electrofacies generadas a partir de las curvas de Factor Fotoeléctrico, Número atómico, Densidad y Rayos Gamma Espectral de los núcleos, relación control estratigráfico de acomodación, ambientes deposicionales, ciclos estratigráficos y shows de hidrocarburos.
- Definición de ciclos y ambientes a través de la integración de la obtención del Volumen de Shale y E-facies de los pozos, con las descripciones sedimentológicas de los pozos y núcleos.

- También se han desarrollado los siguientes proyectos con la AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS – ANH:

10. Contrato Interadministrativo No. 347, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LA INFORMACIÓN DEL BANCO DE INFORMACIÓN PETROLERA.

11. Convenio Interadministrativo No. 270, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE DIGITALIZACIÓN DE NÚCLEOS MEDIANTE TÉCNICA DE ESCANEO DE ALTA RESOLUCIÓN A TRAVÉS DE TOMOGRAFÍAS AXIALES COMPUTARIZADAS COMO MÉTODO DE PRESERVACIÓN Y MEDICIÓN NO DESTRUCTIVA, CON EL FIN DE QUE LAS COMPAÑÍAS OPERADORAS ENTREGUEN LA INFORMACIÓN CUMPLIENDO LOS

ESTÁNDARES ESTABLECIDOS EN EL MANUAL DE ENTREGA DE INFORMACIÓN TÉCNICA VIGENTE EN EL EPIS DE LA ANH.

12. Contrato Interadministrativo No. 06, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: OBTENER MUESTRAS DE SUBSUELO. ESTO ES, NÚCLEOS, MUESTRAS DE ZANJA SECA Y HÚMEDA, MUESTRAS DE FLUIDOS DE HIDROCARBUROS, SI LOS HUBIERE, Y TOMA DE REGISTROS DE POZO, PARA LO CUAL DEBERÁ EFECTUAR LA PERFORACIÓN DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO A 12.100 PIES EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA

13. Contrato Interadministrativo No. 07, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: OBTENER MUESTRAS DE SUBSUELO. ESTO ES, NÚCLEOS, MUESTRAS DE ZANJA SECA Y HÚMEDA, MUESTRAS DE FLUIDOS DE HIDROCARBUROS, SI LOS HUBIERE, Y TOMA DE REGISTROS DE POZO, PARA LO CUAL DEBERÁ EFECTUAR LA PERFORACIÓN DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO A 12.100 PIES EN LA CUENCA TUMACO.

14. Contrato Interadministrativo No. 26, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: REALIZAR LA PERFORACIÓN DE POZOS SOMEROS Y ESTRECHOS (TIPO SLIM HOLE) EN LA CUENCA CAUCA-PATÍA CON RECUPERACIÓN DE 5160 METROS DE NÚCLEOS Y TOMA DE REGISTROS DE POZO.

15. Contrato Interadministrativo No. 24, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: ELABORAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA PERFORACIÓN DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RIOSUCIO, CUENCA CHOCÓ.

16. Contrato Interadministrativo No. 25, celebrado entre la UIS y la ANH, cuyo objeto fue: ELABORAR EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA PERFORACIÓN DE UN POZO ESTRATIGRÁFICO, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE BUENAVENTURA, CUENCA TUMACO.

- Adicionalmente con ECOPETROL y su Grupo empresarial, o actuando ECOPETROL como entidad beneficiaria, la Universidad ha desarrollado Proyectos de Investigación y Extensión en las temáticas que se relacionan a continuación, los cuales han sido de gran impacto y calidad de los resultados obtenidos, tal como se evidencia en las actas de terminación y liquidación y en las encuestas de satisfacción del cliente:

17. AC No. 24, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es “FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES CIENTÍFICAS MEDIANTE LA GENERACIÓN DE 3 METODOLOGÍAS EXPERIMENTALES PARA MODELAMIENTO PVT DE FLUIDOS, DE 3 METODOLOGÍAS ANALÍTICAS PARA EVALUACIÓN DE VIABILIDAD DE YACIMIENTOS EN ROCA GENERADORA Y 2 ESTUDIOS EN MINERALOGÍA, SEDIMENTOLOGÍA, GEOQUÍMICA, PETROFÍSICA BÁSICA Y ESPECIAL DE CORAZONES PARA LA INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS”.

18. AC No. 15, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es "FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES CIENTÍFICAS MEDIANTE LA GENERACIÓN DE 7 METODOLOGÍAS EXPERIMENTALES PARA MODELAMIENTO PVT DE FLUIDOS Y DE 7 METODOLOGÍAS ANALÍTICAS Y 2 ESTUDIOS EN MINERALOGÍA, SEDIMENTOLOGÍA, PETROLEÓMICA, PETROFÍSICA ESPECIAL Y CAPACIDADES DE ACUMULACIÓN DE HIDROCARBUROS PARA LA INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS".

19. Contratos No. 3016534, No. 3026910 y No.3012332, cuyos objetos se relacionan con servicios de Análisis Petrofísicos Básicos y Especiales.

20. Contratos No. 3041578, No. 3032519, 3023584, No. 3026598, No. 3016606 y No. 3016469, celebrados entre la UIS y Ecopetrol, cuyos objetos se relacionan con servicios experimentales en el área de Daño a la Formación.

21. Contrato RC 513-2013: TÉCNICAS AVANZADAS DE IMÁGENES EN MEDIOS POROSOS PARA LA CARACTERIZACIÓN NO INTRUSIVA DE ROCA E INCREMENTO DEL FACTOR DE RECOBRO EN CAMPOS DE CRUDO PESADO, Y CAMPOS MADUROS DE CRUDOS CONVENCIONALES, celebrado entre la Fiduciaria Bogotá como vocera del patrimonio autónomo denominado fondo nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación Francisco José de Caldas, Ecopetrol y la Universidad Industrial de Santander, de objeto "Creación de un grupo de investigación y laboratorio altamente especializado para el estudio de los mecanismos de recobro para los procesos de inyección de químicos, solventes y procesos híbridos, por medio de herramientas de visualización (Tomografía computarizada/Resonancia magnética nuclear)".

22. AC No. 02, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es "AUNAR ESFUERZOS PARA LA INVESTIGACIÓN APLICADA, DESARROLLO CONJUNTO, INCORPORACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA MEDIANTE LA EVALUACIÓN Y/O INCORPORACIÓN DE PROCESOS IOR PARA DESARROLLO DE YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES (SHALE PLAYS), ESTUDIOS DE GEOMECÁNICA, DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS DE ESTIMULACIÓN DE POZOS, OPTIMIZACIÓN FLUIDOS DE PERFORACIÓN Y COMPLETAMIENTO PARA LOS CAMPOS DE ECOPETROL S.A. Y SU GRUPO EMPRESARIAL".

23. AC No. 11, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es "FORTALECER EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO DE ECOPETROL S.A. Y LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, MEDIANTE LA GENERACIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO Y/O EL DESARROLLO DE MEJORAS AL ESTADO DEL ARTE EN TEMAS ASOCIADOS A CARACTERIZACIÓN ESTÁTICA Y DINÁMICA DE YACIMIENTOS DE LA INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS".

24. AC No. 10, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es "AUNAR ESFUERZOS PARA LA

INVESTIGACIÓN APLICADA, DESARROLLO CONJUNTO, INCORPORACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA PARA EL ÁREA DE CARACTERIZACIÓN ROCA FLUIDO – CRF, A PARTIR DEL ANÁLISIS DE PROSPECTOS Y/O RESERVORIOS QUE PERMITAN MEJORAR LA LOCALIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE RECURSOS CONTINGENTES Y/O RESERVAS PARA LOS CAMPOS Y/O POZOS EXPLORATORIOS DE ECOPETROL S.A. Y SU GRUPO EMPRESARIAL".

25. AC No. 16, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es "FORTALECER LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS MEDIANTE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO A PARTIR DE LA REALIZACIÓN DE 12 DESARROLLOS EXPERIMENTALES, DE 2 DISEÑOS DE PRODUCTOS Y 1 DESARROLLO DE HERRAMIENTA SOFTWARE GEO-REFERENCIADA EN EL ÁREA DE INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN POZOS PARA LA INDUSTRIA DE PETRÓLEO Y GAS".

26. AC No. 23, derivado del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es "FORTALECER LAS CAPACIDADES CIENTÍFICAS DE LAS PARTES MEDIANTE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO A PARTIR DE LA REALIZACIÓN DE 4 DESARROLLOS DE PROTOTIPO DE PRODUCTOS Y DEFINIR 6 DISEÑOS EXPERIMENTALES MEJORADOS EN EL ÁREA DE INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD PARA ESTIMULACIÓN DE POZOS".

27. AC No. 25, AC No. 17 y AC No. 01, derivados del Convenio Marco de Cooperación No. 5222395, celebrados entre la UIS y Ecopetrol, cuyos objetos se relacionan con "IDENTIFICACIÓN, DESARROLLO O ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS EOR, DESARROLLO DE FORMULACIONES A LA MEDIDA REQUERIDA E INTERPRETACIONES DEL PROCESO EOR DISEÑADO Y EVALUADO A ESCALA DE LABORATORIO, BANCO DE PRUEBAS DE DESPLAZAMIENTO, SU ESCALAMIENTO AL PILOTO O CAMPO Y SU MODELAJE O SIMULACIÓN NUMÉRICA USANDO NUEVAS NANO TECNOLOGÍA Y TÉCNICAS NO INTRUSIVAS DE CARACTERIZACIÓN COMO RMN LÍQUIDO Y SÓLIDO, ESPECTROMETRÍA DE MASAS, CROMATOGRAFÍA GAS-LÍQUIDO Y TGA-IR Y DESARROLLO DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS ASOCIADAS A LA INYECCIÓN DE AGUA, QUÍMICOS, AIRE Y VAPOR COMO TECNOLOGÍAS PARA PROCESOS DE RECOBRO MEJORADO".

28. AC No. 03 y AC No. 09, derivados del Convenio Marco de Cooperación No. 5211794, celebrados entre la UIS y Ecopetrol, cuyos objetos se relacionan con "AUNAR ESFUERZOS ENTRE ECOPETROL S.A. Y LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER (UIS) PARA LA PROFUNDIZACIÓN EN EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLOGÓGICO, LA ELABORACIÓN DE ESTADOS DEL ARTE, EL DESARROLLO DE PROTOCOLOS EXPERIMENTALES DE LABORATORIO PARA LA SÍNTESIS Y EVALUACIÓN DE NANOFLUIDOS APLICABLES AL ROMPIMIENTO DE EMULSIONES EN CRUDOS PESADOS, Y LA ELABORACIÓN CONCEPTUAL DEL MÓDULO PARA EL DAÑO A LA FORMACIÓN POR ESCAMAS INORGÁNICAS DESCRITOS EN EL ALCANCE DEL PRESENTE ACUERDO y ELABORACIÓN DE UN

MÓDULO DE GEORREFERENCIADA PARA ESTUDIOS INTEGRADOS DE DAÑO DE FORMACIÓN POR ESCAMAS INORGÁNICAS".

29. Contrato No. 3012332, celebrado entre la UIS y Ecopetrol, cuyo objeto es SERVICIOS PARA LA REALIZACIÓN DE PRUEBAS EXPERIMENTALES QUE APALANCAN TOMA DE DECISIONES EN EL MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE RECOBRO DE LOS CAMPOS PERTENECIENTES A LA GERENCIA DE OPERACIONES DE DESARROLLO Y PRODUCCIÓN PIEDEMONTE DE ECOPETROL S.A.

J. La Universidad cuenta en sus laboratorios con los equipos de más alto nivel para desarrollar los análisis requeridos y se compromete a buscar alternativas en el evento en que su capacidad sea superada para los tiempos requeridos sin que se pierda la responsabilidad y liderazgo en los procesos a su cargo.

K. La UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS, cuenta con Difractómetro de Rayos X – D8ADVANCE con tecnología de última generación, equipo que será utilizado en nuestro caso en la difracción de Rayos X.

L. El equipo ejecutor del presente proyecto, Grupo de Investigación GIT se proyecta como un grupo de investigación interdisciplinario y transversal a todas las áreas del conocimiento que aporten al conocimiento de las GEOCIENCIAS y al desarrollo de RECURSOS ENERGÉTICOS SOSTENIBLES, mediante la aplicación de TECNOLOGIAS EMERGENTES. En este sentido, está aliado con los siguientes investigadores y Grupos de Investigación nacionales e internacionales, con los cuales se ha contado en la formulación, ejecución y/o acompañamiento de proyectos de investigación y extensión.

<u>INVESTIGADORES Y GRUPOS NACIONALES ALIADOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GIT</u>

- **Ph.D. STASHENKO Elena,** UIS, CROM MASS "Laboratorio de Cromatografía y Espectrometría de Masas". Especialista en **CROMATOGRAFIA, BITUMEN, SARA y BIOMARCADORES.**

- **Ph.D. HENAO Jose Antonio,** UIS, "Laboratorio de Rayos X". Especialista en **ANÁLISIS CUANTITATIVOS DRX y FRX.**

- **Ph.D. GARCIA Mario,** UIS, "Laboratorio de Geoquímica del Petróleo". Especialista en **GEOQUÍMICA ORGÁNICA.**

- **Ph.D. SANABRIA Jose David,** UIS, "Grupo de Investigación en Relatividad y Gravitación". Especialista en **GEOFÍSICA y SISMOLOGÍA.**

- **Ph.D. MEJIA Enrique,** UIS, LEAM "Laboratorio de Espectroscopia Atómica y Molecular". Especialista en **NANOTECNOLOGIA y SURFACTANTES POLIMERICOS.**

- **Ph.D. MOLINA Daniel,** UIS, RMN "Laboratorio de Resonancia Magnética Nuclear". Especialista en **RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR.**

- **Ph.D. CAMACHO Jaime,** UIS, INNOTEC "Grupo de Investigación en Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento". Especialista en **GESTIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.**

- **Ph.D. HERRERA Edwar,** UIS, GMPH "Grupo de Investigación en Modelamiento de Procesos de Hidrocarburos". Especialista en **CARACTERIZACION ESTATICA DE YACMIENTOS POR MEDIO DE TOMOGRAFIA**

- **Ph.D. ORTIZ Olga,** UIS, GMPH "Grupo de Investigación en Modelamiento de Procesos de Hidrocarburos". Especialista en **YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES.**

- **Ph.D. ORTEGA Homero,** UIS, CentroTIC "Centro de Investigaciones en Tecnologías de Información y Comunicación" y RadioGIS "Grupo de Investigación en Radio y Sistemas de Información Georeferenciada". Especialista en **SENSORES e INTELIGENCIA ARTIFICIAL.**

- **Ph.D. KAFAROV Viatcheslav,** UIS, CIDES "Centro de Investigación para el Desarrollo Sostenible en Industria y Energía". Especialista en **TECNOLOGIAS VERDES.**

- **Ph.D. ARGUELLO Henry,** UIS, HDSP "Grupo de Investigación en Diseño de Algoritmos y Procesamiento de Datos Multidimensionales". Especialista en **PROCESAMIENTO DE IMÁGENES.**

- **Ph.D. BARRIOS Carlos,** UIS, **SUPERCÓMPUTO** "Cómputo Avanzado y a Gran Escala".

- **Ph.D. RAMÍREZ Gustavo,** UIS, "Grupo de Investigación de **POLIMEROS**".

INVESTIGADORES Y GRUPOS INTERNACIONALES ALIADOS DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GIT (Investigadores que han participado en diferentes etapas de planeación, formulación, ejecución y/o acompañamiento, de proyectos de investigación y extensión a cargo del Grupo de Investigación GIT).

- **Ph.D. ROSSELLO Eduardo,** Universidad de Buenos Aires (Argentina). Especialista en **ESTRATIGRAFÍA y ANÁLISIS DE CUENCAS.**

- **Ph.D. AGUILERA Roberto,** Calgary University (Canadá), Especialista en **EVALUACIÓN DE RESERVORIOS NATURALMENTE FRACTURADOS, RESERVORIOS COMPACTOS Y DE LUTITAS, PETROFÍSICA, FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO, PRONÓSTICO DEL DESEMPEÑO DEL RESERVORIO y ECONOMÍA.**

- **Ph.D. Yucel Akkutlu,** Texas A&M University (Estados Unidos), Especialista en **INGENIERÍA DE YACIMIENTOS, RECOBRO MEJORADO y YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES.**

- **Ph.D. NURGALIEVE Danis, Ph.D. VARFOLOMEEV Mikhail A.,** Kazan Federal University (Rusia), Especialistas en **CATÁLISIS APLICADA A RECOBRO DE CRUDOS PESADOS.**

- **Ph.D. KANTZAS Apostolos,** Calgary University (Canadá). Especialista en **TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA EN YACIMIENTOS DE CRUDO PESADO.**

- **Ph.D. ZANONI Rosangela,** Universidad Estatal de Campinas (Brasil), LABORE "Laboratorio de Reservatório de Petróleos". Especialista en **POLIMEROS.**

- **Ph.D. BESSIERES David,** Universidad de Pau (Francia), Especialista en **TERMODINÁMICA DE HIDROCARBUROS.**

Marco legal de la contratación con la UIS

A continuación, se relacionan las normas y reglamentos que le permiten a la Universidad en su condición de institución oficial del orden departamental, encaminada fundamentalmente a la formación del hombre, mediante la generación y difusión del saber en sus diversas ramas, celebrar contratos con otras entidades públicas siempre que la ejecución de ellos guarde relación directa con su objeto social.

El artículo 2o. de la ley 80 de 1993 señala como entidades estatales a:

a) La Nación, las regiones, los departamentos, las provincias, el distrito capital y los distritos especiales, las áreas metropolitanas, las asociaciones de municipios, los territorios indígenas y los municipios; los establecimientos públicos, las empresas industriales y comerciales del Estado, las sociedades de economía mixta en las que el Estado tenga participación superior al cincuenta por ciento (50%), así como las entidades descentralizadas indirectas y las demás personas jurídicas en las que exista dicha participación pública mayoritaria, cualquiera sea la denominación que ellas adopten, en todos los órdenes y niveles.

El art. 92, de la Ley 1474 de 2011 establece causal de contratación directa:

c) Contrato en la modalidad de CONTRATACIÓN DIRECTA, siempre que las obligaciones derivadas del mismo tengan relación directa con el objeto de la entidad ejecutora señalado en la ley o en sus reglamentos.
Se exceptúan los contratos de obra, suministro, prestación de servicios de evaluación de conformidad respecto de las normas o reglamentos técnicos, encargos fiduciarios y fiducia pública cuando las instituciones de educación superior públicas o las Sociedades de Economía Mixta con participación mayoritaria del Estado, o las personas jurídicas sin ánimo de lucro conformadas por la asociación de entidades públicas, o las federaciones de entidades territoriales sean las ejecutoras. Estos contratos podrán ser ejecutados por las mismas, siempre que participen en procesos de licitación pública o contratación abreviada de acuerdo con lo dispuesto por los numerales 1 y 2 del presente artículo.

Art, 95 de la Ley 1474 de 2011. En aquellos eventos en que el régimen aplicable a la contratación de la entidad ejecutora no sea el de la Ley 80 de 1993, la ejecución de dichos contratos estará en todo caso sometida a esta ley, salvo que la entidad ejecutora desarrolle su actividad en competencia con el sector privado o cuando la ejecución del contrato tenga relación directa con el desarrollo de su actividad.

Por su parte el artículo **2.2.1.2.1.4.4. del Decreto 1082 de 2015 al referirse a los** *Convenios o contratos interadministrativos establece:*

> Artículo **2.2.1.2.1.4.4.** La modalidad de selección para la contratación entre Entidades Estatales es la contratación directa; y en consecuencia, le es aplicable lo establecido en el artículo 2.2.1.2.1.4.1 del presente decreto.
> Cuando la totalidad del presupuesto de una Entidad Estatal hace parte del presupuesto de otra con ocasión de un convenio o contrato interadministrativo, el monto del presupuesto de la primera deberá deducirse del presupuesto de la segunda para determinar la capacidad contractual de las Entidades Estatales.

De las normas citadas, se concluye que las Universidades Públicas podrán celebrar en forma directa contratos, siempre que las obligaciones que se deriven de esos compromisos guarden relación directa con su objeto señalado en la Ley o sus reglamentos.

Es clara la normatividad citada en exceptuar de esta modalidad de selección directa los contratos de obra, suministro, encargo fiduciario y fiducia pública. Para la ejecución de los objetos señalados las universidades públicas deben participar en los procesos de selección objetivos en igualdad de condiciones con los particulares.

De otra parte, el artículo 96 de la Ley 489 de 1998, permite a las entidades estatales celebrar contratos de asociación con personas jurídicas privadas, con la limitación establecida en la Constitución de que sean sin ánimo de lucro y de reconocida idoneidad.

> **Artículo 96°.-** *Constitución de asociaciones y fundaciones para el cumplimiento de las actividades propias de las entidades públicas con participación de particulares.* Las entidades estatales, cualquiera sea su naturaleza y orden administrativo podrán, con la observación de los principios señalados en el artículo 209 de la Constitución, asociarse con personas jurídicas particulares, mediante la celebración de convenios de asociación o la creación de personas jurídicas, para el desarrollo conjunto de actividades en relación con los cometidos y funciones que les asigna a aquéllas la ley. Los convenios de asociación a que se refiere el presente artículo se celebrarán de conformidad con lo dispuesto en el artículo 355 de la Constitución Política, en ellos se determinará con precisión su objeto, término, obligaciones de las partes, aportes, coordinación y todos aquellos aspectos que se consideren pertinentes.

Realizadas las anteriores precisiones, es necesario entrar a estudiar los reglamentos de la Universidad:

El Estatuto General de la Universidad en su artículo 6 incluye dentro de sus funciones la "extensión entendida como la proyección social de la Universidad, mediante la crítica y la participación activa en la solución de problemas de la comunidad, orientadas al mejoramiento de la calidad de vida. En la ejecución de sus funciones la Universidad podrá establecer relaciones con diferentes sectores de la sociedad que, a su vez, permitan obtener recursos para el desarrollo de la Misión Institucional"

En el Proyecto Institucional se identifican como actividades misionales la docencia, la investigación, y la extensión.

Por su parte el Acuerdo 006 de 2005 por medio del cual se adoptan las Políticas y se definen los principios orientadores y los objetivos de la función de Extensión de la UIS, se establece como política:

> **e. La Extensión y las Relaciones de la Universidad con el Sector Oficial**
> La Universidad, por medio de sus unidades académico-administrativas, propiciará el desarrollo de relaciones permanentes, estables y confiables en el tiempo con organismos de Estado. Con el propósito de generar ventajas competitivas para el Alma Máter y un aprendizaje institucional mutuo, se podrá vincular al desarrollo de proyectos personal interno, docentes y estudiantes, y personal externo, incluidos egresados. Debe quedar claro que frente a estos requerimientos en primer término se debe analizar la oferta interna antes de salir a contratar, así como evaluar la conveniencia institucional para decidir en qué actividades y proyectos se involucra la Universidad. En todo momento la Universidad tendrá una actitud crítica, reflexiva, propositiva, independiente y autónoma frente a los asuntos de los organismos oficiales.

Así mismo, el Acuerdo en mención señala en el numeral 6, que la extensión en la UIS se desarrolla mediante diversas modalidades o campos de realización, los cuales son ofrecidos por las diferentes unidades académicas y administrativas de la institución. Estos programas, proyectos y actividades son:

ASESORÍA Y CONSULTORÍA PROFESIONAL- A través de estos servicios la Universidad se vincula y coopera con el sector social y empresarial, para la transferencia de conocimientos y la búsqueda de solución a sus problemas, con el propósito de contribuir a mejorar la calidad de vida de la comunidad. Estos servicios se ofrecen en las siguientes modalidades:

a. **Asesoría**. Consiste en la búsqueda global de soluciones, o en la emisión de conceptos, por parte de la Universidad, que apoyen el proceso de toma de decisiones sin que implique desarrollos operativos específicos. A través de este servicio se da una transferencia de tecnología, de conocimientos hacia la organización, a partir de los cuales se generan cambios significativos de cierta permanencia.

b. **Consultoría.** Son conceptos especializados que se emiten como respuesta a solicitudes formuladas sobre asuntos específicos, y que no implican una transferencia significativa de tecnología. Esta actividad busca que las soluciones propuestas sean las más adecuadas desde los puntos de vista técnico, económico, y social.

c. **Asistencia Técnica.** Es la cooperación que la Universidad da a entidades, tanto del sector público como privado, para la solución de problemas puntuales, coyunturales. Generalmente implica el uso de instrumentos, desarrollos operativos, montajes, o puesta en marcha de procesos.

d. **Interventoría.** Comprende la verificación de que el desarrollo o la ejecución de un proyecto se lleven a cabo de acuerdo con las especificaciones, planos, normas y demás elementos estipulados o convenidos en el contrato. Tal vigilancia se adelanta

en nombre de la entidad que dispone la ejecución del proyecto.

e. **Veeduría.** Es una forma de interventoría que se efectúa con fines sociales, comúnmente para defender los intereses de la comunidad general en el desarrollo de proyectos de impacto público.

SERVICIOS TECNOLÓGICOS. - Comprende los servicios de análisis, pruebas y ensayos de laboratorio, transferencia, innovación y desarrollo de procesos y productos, resultantes de las actividades de investigación y docencia, realizadas por las distintas unidades académicas y administrativas.

Universidad Industrial de Santander
Vigilada Mineducación

2 INTRODUCCIÓN Y ALCANCE

El Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial De La Vida" establecido por el Gobierno Nacional, destaca la necesidad de "una transición energética justa, basada en el respeto a la naturaleza, la justicia social y la soberanía con seguridad, confiabilidad y eficiencia" a través del impulso de hojas de ruta para la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable como la geotermia (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2022). En esta línea, el Ministerio de Minas y Energía - Minenergía, delegó en la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) mediante Resolución No 40234 de 23 de febrero de 2023, la elaboración de los insumos y apoyos necesarios para la continuidad en la formulación y diseño de la política pública de los siguientes recursos energéticos: geotermia, energía eólica e hidrógeno, captura, almacenamiento y uso de carbono (CCUS), así como también las alternativas geológicas para el almacenamiento subterráneo de dióxido de Carbono (CO2), a través del aprovechamiento de fuentes No Convencionales de Energía-FNCE.

Como consecuencia, la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) ha venido desarrollando proyectos orientados a ampliar el conocimiento geológico de las cuencas sedimentarias colombianas. En particular, en el marco del Proyecto 472 de 2025 se inició la caracterización de un total de 20.000 pies, provenientes de zonas identificadas con potencial para energías de la transición: A estos núcleos se les realizaron análisis de tomografía, descripción geológica y otros análisis complementarios, generando información valiosa para comprender la evolución geológica del subsuelo, evaluar su potencial energético y reducir la incertidumbre asociada a la exploración de recursos. No obstante, aún permanece pendiente la caracterización de cerca de 25.000 pies adicionales de núcleos pertenecientes a cuencas de interés, los cuales no han sido analizados.

Las muestras obtenidas en las diferentes campañas se encuentran almacenadas en la Litoteca Nacional "Tierra de Paz" y constituyen un activo estratégico disponible para la generación de conocimiento geológico, la reducción de la incertidumbre exploratoria y el soporte técnico a la formulación de políticas públicas en materia energética. La disponibilidad de estos núcleos, junto con la experiencia adquirida en proyectos previos, pone de manifiesto la necesidad de dar continuidad a los procesos de caracterización, profundizando y complementando la información ya existente.

En este sentido, el presente proyecto se concibe como una nueva iniciativa, orientada a avanzar en la caracterización de al menos 10.000 pies de núcleos de roca adicionales, mediante análisis de tomografía, descripción geológica y estudios complementarios. Estos análisis permitirán profundizar en el estudio de cuencas emergentes, cuya información aún es limitada, y evaluar con mayor precisión propiedades del sistema geológico, tales como rocas generadoras, reservorios, sellos y trampas, así como evaluar su idoneidad para el almacenamiento geológico de CO_2 y el desarrollo de recursos como la geotermia y el hidrógeno. La integración de estos resultados con información geofísica y geoquímica contribuirá a una comprensión más completa del subsuelo colombiano y a la delimitación de nuevas áreas con alto potencial energético, fortaleciendo la toma de decisiones en materia de exploración y transición energética

3 ASPECTOS TÉCNICOS Y ACTIVIDADES A EJECUTAR:

a. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

3.1 Realización del plan detallado de trabajo.

-Elaboración del PDT incluyendo como mínimo los siguientes apartados: portada, tabla de contenido, lista de figuras, introducción, objeto, metodología, descripción de las etapas y actividades con aspectos críticos y claves para su desarrollo, equipo de trabajo con organigrama del personal que participará en el proyecto, revisión preliminar de información, especificación de fechas de entrega de productos y cronograma detallado que indique: tiempos, actividades, hitos, productos, dependencias entre actividades y personal del equipo mínimo requerido asignadas.

3.2 Recopilación y revisión de información secundaria.

-Revisar la información técnica y geológica disponible de los pozos perforados por la ANH que serán analizados.

Recopilar y evaluar los datos disponibles en el BIP-EPIS y otras fuentes de información, que puedan ser integrados en el análisis de los núcleos.

Nota: Los núcleos por analizar corresponderán a como mínimo 10.000 pies, los cuales deberán provenir de los pozos seleccionados a partir de un listado proporcionado por la Vicepresidencia Técnica y corresponderán a las zonas de interés de la Agencia Nacional de Hidrocarburos. Igualmente, serán seleccionados de común acuerdo con el supervisor del contrato.

3.3 Verificación, diagnóstico y recomendaciones para la preservación de los núcleos

-Realizar una evaluación del estado de preservación de los núcleos de roca almacenados en la Litoteca Nacional que serán analizados. Esta evaluación incluirá una inspección visual detallada, diagnóstico de los posibles daños o alteraciones sufridas por los núcleos durante su almacenamiento y un análisis de la documentación asociada a cada núcleo.

Evaluar la aplicabilidad de las técnicas de análisis propuestas en función del estado de preservación de cada núcleo y de los análisis realizados con anterioridad para seleccionar los métodos más adecuados para obtener resultados confiables y representativos.

Seleccionar el total de pozos con el fin de alcanzar un total mínimo de 10.000 pies para realizar el análisis integral de los mismos. Este proceso se llevará a cabo de manera conjunta con la supervisión.

Cumplir con los protocolos detallados de preservación de los núcleos que serán analizados, según lo establecido por la Litoteca Nacional. En caso de que los análisis a realizar incluyan procesos no contemplados en dichos protocolos, se deberá elaborar el protocolo correspondiente para la preservación de los núcleos a analizar.

Nota 1: Todos los costos asociados con la verificación, diagnóstico y recomendaciones para la preservación de los núcleos serán responsabilidad de la UIS, y deberán estar incluidos en la propuesta presentada para el sondeo de mercado. Quien además deberá adelantar todos los trámites que sean necesarios ante la Litoteca Nacional.

Nota 2: El muestreo, análisis y descripción de los corazones de un pozo determinado, sólo podrá iniciarse una vez se haya culminado con el proceso de verificación y preservación del mismo.

3.4 Adquisición de análisis

-Plan detallado para la realización de los análisis que considere el estado de preservación de los núcleos, incluyendo la justificación de la elección de las técnicas de análisis más adecuadas para cada núcleo, protocolo de muestreo (preparación de las muestras y preservación de las mismas para los distintos análisis), evaluación del impacto de los daños observados en los resultados de los análisis propuestos, control de calidad de los resultados y cronograma.

-Descripción de corazones pie a pie: La UIS llevará a cabo la descripción detallada (escala 1:25) de la totalidad de los pies de núcleos aprobados por la supervisión del contrato en las instalaciones de la Litoteca Nacional, en zonas de interés estratigráfico o estructural la descripción de núcleos debe ser en escala 1:10, las descripciones a esta escala deben corresponder a como mínimo el 10% de la totalidad de los pies de núcleo a analizar. La UIS deberá gestionar ante la Litoteca Nacional todos los servicios de movimiento de cajas, alquiler de mesas y salas de consulta, de acuerdo con las tarifas y condiciones estipuladas en la Resolución del SGC No 236 de 2022.

Nota: La descripción de los corazones debe contener como mínimo la siguiente información:

- Descripción macroscópica de los núcleos que contenga las características faciales (contacto entre estratos, litología, estructuras sedimentarias físicas, químicas y biológicas y fósiles si están presentes). En rocas calcáreas, se hará la descripción, determinación y cuantificación de componentes ortoquímicos / aloquímicos y en calcarenaceas o mixtas de minerales detríticos (terrígenos) / ortoquímicos / aloquímicos, así como los materiales aglutinantes. Las rocas terrígenas serán clasificadas de acuerdo con la nomenclatura de Folk (1974) y/o Pettijohn (1987). Las rocas calcáreas se utilizará la nomenclatura Dunham (1962) y/o Folk (1972). Si se presentan rocas metamórficas, deberá usarse la clasificación de la IUGS_SCMR (Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks). Si se presentan rocas ígneas, deberá usarse la clasificación de Streckeisen. Si se presentan alteraciones o mineralizaciones deberán ser descritas.

- Subdivisión del pozo en intervalos o segmentos de acuerdo con asociaciones de facies sedimentarias, en caso de ser posible, utilizando datos bioestratigráficos y la nomenclatura estratigráfica utilizada en el área. En aquellos pozos que dispongan registros de imágenes, como el *Ultrasonic Borehole Imager (UBI),* o el registro *dipmeter,* se deberá establecer hipótesis de paleo corrientes. Adicionalmente, para los pozos que cuenten con caliper se deberá estimar las zonas con *breakouts* o *washouts*, junto a direcciones de elongación de los huecos en los pozos, y correlacionar estas zonas con otras características observadas en otros registros.

- Identificación de niveles con mineralizaciones, alteración hidrotermal y zonas de fallamiento.

- Elaborar columnas estratigráficas detalladas para cada pozo, basadas principalmente en las descripciones litológicas de los núcleos. Estas columnas servirán como referencia principal para la interpretación de los registros eléctricos, permitiendo identificar posibles discrepancias entre las descripciones de los núcleos y los resultados de los registros. Para así comprender los casos en los que los registros no reflejan fielmente las características litológicas de la formación.

- Informe de interpretación de la información adquirida enfocada en lo presentado a continuación:

    - Caracterización sedimentológica/estratigráfica con la identificación de procesos de sedimentación, diagénesis y alteraciones posteriores.

    - Determinación de la edad de las secuencias e identificación de la extensión de discordancias regionales y locales.

    - Interpretación de facies, asociaciones de facies y paleoambientes con múltiples criterios incluyendo observación de estructuras físicas, biogénicas, ignofacies, indicadores paleontológicos.

    - Caracterización estructural de fracturas, intensidad, tipo y características.

    - Propiedades petrofísicas de las rocas reservorio, porosidad primaria, secundaria, fracturamiento, permeabilidad y densidad.

    - Caracterización geoquímica de roca total de las rocas de grano fino (orgánica e inorgánica) en base a análisis de elementos mayores, menores y traza con cálculo de los óxidos mayores con el fin de tener parámetros paleoambientales, diagenéticos y de rocas fuentes de los sedimentos, entre otras.

    - Caracterización de procedencia de rocas clásticas y mixtas por petrografía.

-Adelantar la adquisición de la información de tomografía sobre los corazones seleccionados de acuerdo con el Protocolo de Tomografía Computarizada de la ANH y el Manual de Entrega de Información Técnica y Geológica de las Actividades de Exploración, Evaluación y Producción de Hidrocarburos al Banco de Información

Petrolera (Ver documentos adjuntos). En todo caso, los corazones deben ser escaneados con tomógrafos digitales de alta resolución, de tal manera que garanticen información en dos niveles de energía que permitan diferenciar densidades absolutas y número atómico efectivo en un rango mayor a 1500 "slices" por metro lineal de corazón.

-Adelantar la adquisición de DRX, FRX, SEM, Petrografía, microsonda, análisis de porosidad, permeabilidad y densidad de grano, gamma ray spectral, bioestratigrafía, análisis de Mohr-Coulomb, análisis de inclusiones fluidas, medición de TOC en niveles de shale con Ro y pirólisis Rock Eval para muestras con más de 0.5% TOC.

-Adelantar la medición de propiedades geomecánicas como Velocidad de onda P, Velocidad de onda S, VP/VS, módulos elásticos de Young (E), Shear (G), Bulk (K), Poisson's Ratio (v).

Nota 1: La UIS deberá gestionar ante los laboratorios certificados y aprobados previamente por la supervisión del contrato la realización de los análisis.

Nota 2: La UIS de común acuerdo con el supervisor del contrato seleccionarán los puntos de muestreo para cada uno de los análisis siguiendo las normas y recomendaciones de la Litoteca Nacional. La UIS deberá gestionar ante la Litoteca Nacional los muestreos autorizados por la supervisión del contrato, de acuerdo con las tarifas y condiciones estipuladas en la Resolución del SGC No 236 de 2022.

Nota 3: La UIS deberá proponer los puntos de muestreo, definiendo intervalos de interés para el secuestro de CO2, focalizado en la caracterización detallada de las rocas reservorio en múltiples niveles (base, medio y tope). Los parámetros a evaluar incluyen porosidad y permeabilidad, esto para la evaluación de la capacidad de almacenamiento del CO2, la mineralogía para predecir las reacciones que puedan ocurrir, junto a la cinética de las mismas, y el potencial de entrampamiento mineral, así como características texturales como la presencia de fracturas, que puedan influir en la migración y fuga de CO2.

Nota 4: La UIS deberá proponer los puntos de muestreo, estableciendo intervalos de interés para evaluar el potencial geotérmico del yacimiento. Se buscará caracterizar las rocas reservorio en distintos niveles estratigráficos, con énfasis en el análisis detallado de la mineralogía de alteraciones hidrotermales y de las inclusiones fluidas (con previa identificación de sobrecrecimientos) para determinar las condiciones del yacimiento (presión y temperatura) y la composición de los fluidos geotérmicos. Además, se evaluará los potenciales componentes que podrían causar corrosión en eventuales plantas geotérmicas y la permeabilidad efectiva para la evaluación del flujo de fluidos geotérmicos.

Nota 5: Los pagos por los análisis se realizarán de forma prorrateada en función de los análisis efectivamente ejecutados, en caso de que no se lleven a cabo todos los previstos en el eventual contrato.

3.5 Adquisición de análisis específicos para estudio de hidrógeno.

Estos análisis se realizarán de manera similar a la metodología planteada en

"Experimental investigation of shale/hydrogen geochemical interactions" por Al-Yaseri A. et al. (2023) que se describe brevemente a continuación:

3.5.1 Seleccionar cinco niveles de shale (sellos) y cinco de arenitas (reservorios), que presenten características litológicas diferentes, para llevar a cabo el siguiente procedimiento, en cada una de las muestras, para identificar la interacción del hidrógeno con roca y fluidos en subsuelo:

i. Preparar las muestras para ponerlas en celdas de alta presión y temperatura (simulando condiciones de subsuelo).

ii. Saturar la muestra con salmuera (3% NaCl), ponerla en la celda al vacío por 15 minutos.

iii. Presurizar la celda con hidrógeno al 99%, bajo una presión y temperatura de reservorio, y dejar la muestra por 54 días en estas condiciones, para asegurar suficiente tiempo de reacción. Tener en cuenta que una mayor temperatura acelera la cinética de las reacciones.

Nota: Las condiciones de P y T deben ser socializadas y aprobadas por la ANH.

iv. Después de este tiempo, conectar la celda a un cromatógrafo de gases, para analizar si en el tiempo de reacción se formó algún gas.

v. En estas 10 muestras, correr nuevamente los análisis de DRX, FRX, SEM, Petrografía, microsonda, análisis de porosidad, permeabilidad y densidad de grano y hacer nuevamente la medición de las propiedades geomecánicas, especificadas en el punto 3.4.

vi. Hacer una comparación cualitativa y cuantitativa de los resultados de análisis geoquímicos y geomecánicos, medidos en las 10 muestras (5 shales y 5 arenitas) antes y después de la exposición a hidrógeno.

Entrega al banco de información que tiene dispuesto la ANH de la información completa de todos los análisis realizados a los núcleos para cada uno de los pozos propuestos por la ANH de acuerdo con los protocolos que la entidad establezca para tal fin.

Devolución de los corazones de los pozos propuestos por la ANH a la Litoteca Nacional, debidamente preservados y en un estado igual o mejor al que tenían cuando fueron retirados de la Litoteca Nacional.

4 PRODUCTOS ESPERADOS

4.1 Recopilación y revisión de información secundaria.

1. Informe detallado de la información técnica y geológica disponible de los pozos cuyos núcleos serán analizados, incluyendo los análisis realizados previamente a los núcleos y pozos, objetivos originales de las perforaciones, potencial de generación de energía geotérmica, hidrógeno blanco o CCUS de las áreas donde se encuentran los pozos.

4.2 Verificación, diagnóstico y recomendaciones para la preservación de los núcleos

2. Informe de evaluación del estado de preservación de núcleos: Informe técnico de la evaluación del estado actual de los núcleos de roca almacenados en la Litoteca Nacional que serán analizados, identificando potenciales problemas de preservación, diagnóstico de los posibles daños o alteraciones sufridas por los núcleos durante su almacenamiento (fracturas, desgaste, contaminación, alteraciones minerales, pérdida de material), análisis de la documentación asociada a cada núcleo (informes de laboratorio y análisis, registros, entre otros) y recomendaciones para la conservación de los núcleos y la mitigación de los daños existentes para la realización de los análisis del presente proyecto.

3. Plan de análisis de núcleos por pozo: Plan detallado para la realización de los análisis que considere el estado de preservación de los núcleos, incluyendo la justificación de la elección de las técnicas de análisis más adecuadas para cada núcleo, protocolo de muestreo (preparación de las muestras y preservación de las mismas para los distintos análisis), evaluación del impacto de los daños observados en los resultados de los análisis propuestos, control de calidad de los resultados y cronograma.

4.3 Adquisición de análisis

4. Informe de descripción de corazones pie a pie con sus respectivos anexos.

5. Tomografía digital de rayos X de corazones de pozos perforados por la ANH de acuerdo con el Protocolo de Tomografía de la ANH y el Manual de Entrega de Información Técnica y Geológica de las Actividades de Exploración, Evaluación y Producción de Hidrocarburos al Banco de Información Petrolera adjuntos.

6. Adquisición del registro de core gamma espectral.

7. Análisis de SEM con su respectivo informe de resultados que incluya imágenes e interpretación.

8. Análisis de FRX con su respectivo informe de resultados que incluya espectros e interpretación.

9. Análisis de DRX con su respectivo informe de resultados que incluya difractogramas e interpretación.
10. Análisis de petrografía con su respectivo informe de resultados. Cada una de las secciones delgadas elaboradas se digitalizará con las especificaciones definidas por la Litoteca Nacional. Adicionalmente se le realizará la respectiva descripción petrográfica. En cada una de las secciones delgadas se caracterizará la mineralogía, la presencia de materia orgánica, el tamaño del grano, la selección, los tipos de contactos, la porosidad (primaria y secundaria) y la paragénesis mineral. El conteo será de mínimo 150 puntos distribuidos de manera homogénea en la sección delgada.

11. Análisis de BIOESTRATIGRAFÍA con su respectivo informe de resultados que incluya las técnicas de foraminíferos, nanofósiles, palinomorfos, las cuales serán aplicadas de acuerdo a las condiciones de depósito de cada intervalo de interés.

12. Estimación de módulos elásticos Young (E), Shear (G), Bulk (K), Poisson's Ratio (v) con su respectivo informe de resultados.

13. Medición de Velocidad de onda S con su respectivo informe de resultados.

14. Medición de Velocidad de onda P con su respectivo informe de resultados.

15. Análisis de INCLUSIONES FLUIDAS con su respectivo informe de resultados en muestras seleccionadas previo análisis petrográfico para determinar la idoneidad de la muestra. Se realizarán en materiales de rellenos de venas y en sobrecrecimiento de materiales diagenéticos con el fin de terminar las condiciones de temperatura, presión y composición de los fluidos que las formaron.

16. Análisis de MOHR-COULOMB con su respectivo informe de resultados.

17. Análisis de MICROSONDA con su respectivo informe de resultados.

18. Análisis de POROSIDAD, PERMEABILIDAD Y DENSIDAD DE GRANO con su respectivo informe de resultados.

19. Análisis de TOC, Ro y pirolisis Rock Eval para niveles finogranulares con su respectivo informe de resultados.

20. Informe final compilatorio de los ensayos descritos anteriormente.

4.4 Adquisición de análisis específicos para estudio de hidrógeno

21. Informe detallado de la metodología llevada a cabo y las características de los equipos de laboratorio usados, resultados de los análisis geoquímicos y geomecánicos, que incluyan comparaciones cualitativas y cuantitativas de cada uno de los parámetros medidos, y conclusiones sobre la interacción del hidrógeno con las rocas y fluidos.

Debe incluir una explicación de la selección de las muestras que fueron usadas para esta parte del estudio dedicado a hidrógeno. Especificar cuáles fueron los criterios tenidos en cuenta para escoger las muestras, los pozos de los cuales hacen parte, incluir un mapa de la ubicación de los pozos de dónde vienen las muestras.

4.5 Productos finales

22. Informe por pozo que recopile los antecedentes, metodología detallada, los resultados obtenidos en este proyecto y la interpretación de los mismos.

23. Poster por cada pozo que recopile metodología detallada, los resultados obtenidos en este proyecto y la interpretación de estos.

24. Informe de interpretaciones regionales integradas de los pozos que puedan ser correlacionados en cada cuenca donde se encuentren.

25. Resumen ejecutivo del proyecto en idioma inglés mínimo 20 páginas.

26. Presentación ejecutiva del proyecto en idioma inglés y español mínimo 30 diapositivas

27. Base de datos: base de datos digital para almacenar toda la información recopilada, analizada y relacionada con los núcleos, incluyendo imágenes, análisis y metadatos.

Nota 1: El valor unitario incluye todos los costos de las actividades y entregables definidos en el Protocolo de Tomografía Computarizada de la ANH y el Manual de Entrega de Información Técnica y Geológica de las Actividades de Exploración, Evaluación y Producción de Hidrocarburos al Banco de Información Petrolera (Ver documentos adjuntos) y todos los costos de índole ambiental, de salud en el trabajo y seguridad industrial que de acuerdo con la normatividad nacional e internacional aplicable, sean de obligatorio cumplimiento para la adquisición de información tomográfica de rocas y operación de tomógrafos digitales en Colombia.

Nota 2: El valor unitario propuesto para cada análisis estará conformado por la suma de todos los costos directos e indirectos necesarios para su ejecución.

4.6 Traslado de muestras

Todos los costos y gastos en que incurra la UIS por concepto de traslados de las muestras que se requieran para la ejecución del proyecto correrán por su cuenta y son de su entera responsabilidad.

Con el fin de garantizar la trazabilidad de los procesos de traslado de las muestras como mínimo se adelantarán las siguientes actividades:

- Adquisición de fotografías ilustrativas del estado de los corazones y sus empaques al momento de retirarlos de la Litoteca Nacional.

- Seguimiento satelital del vehículo que realice el traslado de las muestras, cuando se realicen traslados de las muestras por fuera del Área Metropolitana de Bucaramanga (Municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta y Girón en el departamento de Santander).

- En el caso de utilizar montacargas, las estibas deberán cumplir con lo estipulado En Capítulo 7 del Protocolo de Tomografía Computarizada de la ANH y se zuncharan y recubrirán con vinipel de tal manera que se garantice su estabilidad durante todo el proceso de cargue, transporte y descargue.

- En el caso de no utilizar montacargas, cada una de las cajas con muestra deberá zuncharse y recubrirse con vinipel. El proceso de cargue y descargue deberá hacerse de manera manual caja por caja manteniéndola siempre en posición horizontal. Igualmente, la disposición dentro del vehículo deberá ser de tal, que durante el traslado éstas permanezcan en una posición fija. Dentro del vehículo no se permitirán arrumes de más de cuatro capas de cajas con muestras.

5 METODOLOGÍA Y CONDICIONES

5.1 Plan de trabajo y cronograma

La UIS deberá entregar un plan de trabajo reflejando las actividades junto con un cronograma de identificando las entregas tentativas de los productos estipulados dentro de los cinco (05) días hábiles posteriores a la firma del acta de inicio

5.2 Condiciones de entrega de los productos finales

Toda la información adquirida de acuerdo con lo estipulado en las especificaciones técnicas del proceso de contratación y el Protocolo de Tomografía Computarizada de la ANH deberá entregarse al banco de información que tiene dispuesto la ANH.

La UIS se compromete a atender todas las novedades que se generen con relación a los entregables del contrato.

La UIS devolverá a la Litoteca Nacional los corazones utilizados en el mismo estado en que fueron retirados adjuntando a los entregable la respectiva evidencia fotográfica.

5.3 Informes de avances semanales y mensuales:

Para el desarrollo del proyecto el ejecutor deberá realizar informes técnicos semanales de avance y/o informes mensuales que plasmen el avance técnico y novedades administrativas como personal de los grupos de trabajo y gestiones administrativas.

5.4 Tiempo de ejecución

El proyecto deberá ejecutarse en 10 meses, y en todo caso no podrá superar el 15 de diciembre de 2026.

5.5 Lugar de ejecución

Los corazones se encuentran debidamente preservados en las instalaciones de la Litoteca Nacional en Piedecuesta, Santander. Los análisis deberán realizarse en instalaciones especialmente adecuadas para estas actividades, para asegurar la integridad de las muestras. La propuesta deberá incluir todos los costos de preparación, transporte y seguridad de los corazones propuestos por la ANH desde la Litoteca Nacional hasta las instalaciones de los laboratorios para los diversos análisis y de regreso a la Litoteca Nacional.

6 PERSONAL MINIMO REQUERIDO

Recurso humano	Cantidad	Perfil profesional	Dedicación %	Experiencia profesional	Experiencia específica
Director de proyecto	1	Geólogo o Ingeniero Geólogo o Ingeniero de Petróleos	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Seis (6) años o cinco (5) proyectos relacionados con prospección, exploración y explotación de recursos energéticos involucrando análisis de núcleos.
Geólogos líderes para la descripción de corazones	2	Geólogo o Ingeniero Geólogo o Geocientífico	100%	Siete (7) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos o tres (3) años relacionados con prospección, exploración y explotación de recursos energéticos involucrando descripción geológica y/o análisis de núcleos.
Profesional GIS	1	Geólogo, Ingeniero Geólogo, Ingeniero de Minas, Ingeniero Topográfico, Ingeniero Catastral y Geodesta o Ingeniero Geógrafo con especialización o maestría en Sistemas de Información Geográfica	100%	Seis (6) años de experiencia profesional	Cinco (5) años o 5 proyectos deben comprobar experiencia en proyectos geológicos de exploración de recursos energéticos.
Profesional en tomografía	1	Geólogo, Ingeniero o profesional en ciencias afines	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) años o cinco (5) proyectos debe comprobar experiencia en tomografía de rayos X para rocas
Profesional de laboratorio	1	Geólogo, Ingeniero o profesional en ciencias afines	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) años o cinco (5) proyectos deben comprobar experiencia en caracterización de rocas

7 VALOR Y FORMA DE PAGO

El valor total del servicio será de **DOCE MIL SESENTA Y DOS MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y SIETE PESOS COP** ($ 12.062.495.367) m/cte incluidos impuestos, tasas, contribuciones, gastos de personal, transporte, equipos y demás costos directos e indirectos.

Nota: Los servicios misionales de la Universidad Industrial de Santander no se encuentran gravados con IVA.

Los valores unitarios se especifican en la siguiente tabla:

N°	Item	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total	Observaciones
1	Recopilación y revisión de información secundaria.	unidad	1	**$ 167.961.589,00**	$ 167.961.589	Informe detallado de la información técnica y geológica disponible de los pozos cuyos núcleos serán analizados.
2	Informe de evaluación del estado de preservación de núcleos	unidad	1	**$ 500.492.874,00**	$ 500.492.874	Informe técnico de la evaluación del estado actual de los núcleos de roca almacenados en la Litoteca Nacional que serán analizados, identificando potenciales problemas de preservación, diagnóstico de los posibles daños o alteraciones sufridas por los núcleos durante su almacenamiento (fracturas, desgaste, contaminación, alteraciones minerales, perdida de material), análisis de la documentación asociada a cada núcleo (informes de laboratorio y análisis, registros, entre otros) y recomendaciones para la conservación de los núcleos y la mitigación de los daños existentes para la realización de los análisis del presente proyecto.
3	Plan de análisis de núcleos por pozo	Unidad	1	**$ 330.515.029,00**	$ 330.515.029	Plan detallado para la realización de los análisis que considere el estado de preservación de los núcleos, incluyendo la justificación de la elección de las técnicas de análisis más adecuadas para cada núcleo, protocolo de muestreo (preparación de las muestras y preservación de las mismas para los distintos análisis), evaluación del impacto de los daños observados en los resultados de los análisis propuestos, control de calidad de los resultados y cronograma.
4	Descripción de corazones pie a pie	pies	10.000	**$ 168.665,89**	$ 1.686.658.866	Con sus respectivos anexos
5	Tomografía digital de rayos x de corazones de pozos perforados por la ANH	pies	10.000	**$ 465.778,67**	$ 4.657.786.683	El informe asociado a este producto de ir de acuerdo con el Protocolo de Tomografía de la ANH y la normatividad que establezca la ANH para tal fin.
6	Adquisición de registro core gamma espectral	pies	10.000	**$ 50.051,21**	$ 500.512.086	Con su respectivo informe de resultados.
7	SEM	muestras	150	**$ 438.164,87**	$ 65.724.730	Con su respectivo informe de resultados que incluya espectros e interpretación.
8	FRX	muestras	150	**$ 539.725,47**	$ 80.958.821	Con su respectivo informe de resultados que incluya espectros e interpretación.
9	DRX	muestras	150	**$ 884.588,00**	$ 132.688.200	Con su respectivo informe de resultados que incluya difractogramas e interpretación.

N°	Item	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total	Observaciones
10	Descripción petrográfica de secciones delgadas	unidades	50	**$ 2.032.001,82**	$ 101.600.091	Cada una de las secciones delgadas elaboradas se digitalizará con las especificaciones definidas por la Litoteca Nacional. Adicionalmente se le realizará la respectiva descripción petrográfica. En cada una de las secciones delgadas se caracterizará la mineralogía, la presencia de materia orgánica, el tamaño del grano, la selección, los tipos de contactos, la porosidad (primaria y secundaria) y la paragénesis mineral. El conteo será de mínimo 300 puntos distribuidos de manera homogénea en la sección delgada.
11	Análisis bioestratigráficos	muestras	15	**$ 2.238.508,73**	$ 33.577.631	Con su respectivo informe de resultados.
12	Estimación de módulos elásticos Young (E), Shear (G), Bulk (K), Poisson's Ratio (v)	muestras	100	**$ 693.395,08**	$ 69.339.508	Con su respectivo informe de resultados.
13	Medición de Velocidad de onda S	muestras	100	**$ 1.101.911,68**	$ 110.191.168	Con su respectivo informe de resultados.
14	Medición de Velocidad de onda P	muestras	100	**$ 986.483,80**	$ 98.648.380	Con su respectivo informe de resultados.
15	Análisis de inclusiones fluidas.	muestras	50	**$ 3.127.134,82**	$ 156.356.741	Con su respectivo informe de resultados.
16	Análisis de Mohr-Coulomb	muestras	50	**$ 397.613,96**	$ 19.880.698	Con su respectivo informe de resultados.
17	MICROSONDA	muestras	100	**$ 521.473,30**	$ 52.147.330	Con su respectivo informe de resultados.
18	Análisis petrofísicos (Porosidad, permeabilidad y densidad de grano)	muestras	150	**$ 1.186.674,07**	$ 178.001.110	Con su respectivo informe de resultados.
19	Análisis geoquímico (TOC), Ro y pirólisis para niveles finogranulares.	análisis	100	**$ 2.453.102,94**	$ 245.310.294	Medición de TOC en niveles de shale con Ro y pirólisis Rock Eval para muestras con más de 0.5% TOC. Con su respectivo informe de actividades.
20	Informe final	unidad	1	**$ 228.595.164,00**	$ 228.595.164	Un informe compilatorio de los ensayos descritos anteriormente.
	HIDROGENO					
21	Informe detallado de la metodología llevada a cabo y las características de los equipos de laboratorio usados, resultados de los análisis geoquímico y geomecánicos, que incluyan comparaciones cualitativas y cuantitativas de cada uno de los parámetros medidos, y conclusiones sobre la interacción del hidrógeno con las rocas y fluidos.	unidad	1	**$ 976.811.224,00**	$ 976.811.224	Debe incluir una explicación de la selección de las muestras que fueron usadas para esta parte del estudio dedicado a hidrógeno. Especificar cuales fueron los criterios tenidos en cuenta para escoger las muestras, de cuáles pozos hacen parte, incluir un mapa de la ubicación de los pozos de donde vienen las muestras.
	PRODUCTOS FINALES					
22	Informe por pozo que recopile los antecedentes, metodología detallada y los resultados obtenidos en este proyecto y la initerpretacion de los mismos.	unidad	10.000	**$ 73.788,80**	$ 737.888.049	

N°	Item	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total	Observaciones
23	Poster por cada pozo que recopile metodología detallada, los resultados obtenidos en este proyecto y la interpretación de estos.	unidad	10.000	**$ 6.723,06**	$ 67.230.585	
24	Informe de interpretaciones regionales integradas de los pozos que puedan ser correlacionados.	unidad	1	**$ 624.852.823,00**	$ 624.852.823	informe que recopile las interpretaciones regionales de los pozos que puedan ser correlacionables.
25	Resumen ejecutivo del proyecto en idioma inglés mínimo 20 páginas	unidad	1	**$ 73.007.142,00**	$ 73.007.142	
26	Presentación ejecutiva del proyecto en idioma inglés y español mínimo 30 diapositivas	unidad	1	**$ 35.955.795,00**	$ 35.955.795	
27	Base de datos: base de datos digital para almacenar toda la información recopilada, analizada y relacionada con los núcleos, incluyendo imágenes, análisis y metadatos.	unidad	1	**$ 129.802.756,00**	$ 129.802.756	
				SUBTOTAL	$ 12.062.495.367	
				IVA	$ 0	
				TOTAL	$ 12.062.495.367	

El Valor del contrato se pagará de la siguiente forma:

- **Pagos mensuales:** Se realizarán pagos mensuales de acuerdo con la adquisición de los diferentes servicios, ensayos y análisis de las muestras de pozo descritas en el presente documento, hasta por el 90% del valor total del contrato, de acuerdo con el valor ofrecido en la propuesta y al servicio efectivamente prestado, previa aprobación del supervisor del contrato, pago de obligaciones parafiscales y seguridad social de cada uno de los participantes en el proyecto. Es decir, se realizará el cálculo de los servicios, informes y/o ensayos que se hayan realizado en el transcurso del mes (incluyendo pozos completos de tomografía) y se entregarán informes parciales de la ejecución de las pruebas en el mes.

  Para el cálculo de los pagos mensuales se utilizará la siguiente formula:

Pago mensual = 0,9 x (valor de los servicios y/o ensayos realizados en el mes + pies efectivamente escaneados de pozos completos en el respectivo mes x valor de pie escaneado incluido en la propuesta).

- **Un pago final**: Correspondiente al diez por ciento (10%), del valor total del contrato, previa suscripción del acta suscrita por el supervisor y La UIS, en la que conste que

éste último ha entregado la totalidad de los entregables del proyecto previa revisión de la supervisión del contrato y las muestras hayan sido devueltas en su totalidad a la Litoteca Nacional en el mismo estado en que fueron retiradas. Este pago se realizará previa aprobación del supervisor del contrato, pago de obligaciones parafiscales y seguridad social de cada uno de los participantes en el proyecto.

NOTA 1: Para los efectos, entiéndase todos los meses de treinta (30) días.

NOTA 2: Para todos los pagos se deberá contar con el recibo a satisfacción del supervisor del contrato.

NOTA 3: Cuando a ello haya lugar, para efecto de causar y pagar la Retención de ICA el CONTRATISTA para cada pago debe informar a la ANH el monto de los ingresos por la actividad o servicio realizado en las jurisdicciones diferentes a Bogotá, para así tener certeza respecto de la base gravable sobre la cual aplicar la retención del tributo.

NOTA 4: La ANH pagará a la UIS, dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la correcta presentación de la factura o documento de cobro, con todos los soportes requeridos.

NOTA 5: Si hay lugar a devolución de una factura o documento de cobro, por la ausencia en el cumplimiento de los requisitos legales o contractuales para su aceptación, el término para su pago solo empezará a contarse a partir del día de su presentación con el lleno de los mencionados requisitos legales y/o contractuales. Para efectos aquí previsto, se entienden por requisitos contractuales, en adición a aquellos que se dispongan en otras cláusulas del contrato que se llegare a suscribir.

HERNÁN PORRAS DÍAZ
C.C. No. 13.843.619 de Bucaramanga
Rector y Representante Legal
Universidad Industrial de Santander
NIT. 890.201.213-4

Revisado en sus aspectos legales
Mónica María León Mejía