



Al contestar cite Radicado 20262110390203 Id: 2107062
Folios: 34 Fecha: 15-05-2026 16:05:35
Anexos: 1 ARCHIVOS INFORMÁTICOS (PDF, WORD, EXCEL, PPT, ZIP)
Remitente: VICEPRESIDENCIA TECNICA
Destinatario: OFICINA ASESORA JURIDICA

SONDEO DE MERCADO

La ANH está adelantando el presente sondeo de mercado, con el fin de realizar el análisis económico y financiero que soportará la determinación del presupuesto oficial de un posible proceso de selección contractual. Si su Empresa se encuentra interesada en participar le agradecemos remitir la información solicitada, bajo los parámetros establecidos a continuación.

NOTA: La Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, aclara que ni el envío de esta comunicación ni la respuesta a la misma generan compromiso u obligación de contratar, habida cuenta que no se está formulando invitación para participar en un concurso o proceso selectivo, sino, se reitera, se está realizando un sondeo de mercado del que eventualmente se puede derivar un proceso de selección para la elaboración de un contrato que permita ejecutar el proyecto

DE LA NECESIDAD

La Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, en el marco de sus competencias misionales y de las nuevas funciones delegadas asociadas a la transición energética justa, requiere avanzar en la generación de conocimiento técnico, estratégico y territorial que permita identificar, evaluar y estructurar oportunidades de aprovechamiento de Fuentes No Convencionales de Energía – FNCE, en particular para este proyecto aquellas relacionadas con el potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para usos directos del calor.

De conformidad con los lineamientos nacionales de transición energética y la necesidad de diversificar la matriz energética del país, resulta prioritario fortalecer el conocimiento sobre alternativas que contribuyan a la reducción de la dependencia de combustibles fósiles, el aumento de la eficiencia energética, la disminución de emisiones y el aprovechamiento sostenible del subsuelo. En este contexto, la geotermia de baja temperatura se posiciona como una alternativa estratégica, al permitir el uso directo del calor del subsuelo en aplicaciones productivas, institucionales, comunitarias, turísticas, agroindustriales e industriales en una zona de interés en la cuenca de los Llanos Orientales con vocación alta en la industria de exploración y explotación de hidrocarburos.

La presente iniciativa se enmarca en el proyecto de inversión “Desarrollo de comunidades energéticas en zonas de influencia hidrocarburífera a nivel nacional” (BPIN: 202500000025188), cuyo objetivo es incrementar el acceso a energía limpia, asequible y sostenible en comunidades ubicadas en zonas de influencia hidrocarburífera a nivel nacional.

Es importante mencionar igualmente bajo dicho contexto que la referida atención de la necesidad de la ANH, se encuentra en estrecha sujeción a los compromisos asumidos por el gobierno nacional en la Ley 2294 de 2023 “Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”, donde se dispone como eje de transformación, actividades que: “(...) profundicen en el uso de energías limpias, que sean intensivas en conocimiento e innovación, que respeten y garanticen los derechos humanos, y que aporten a la construcción de la resiliencia antes los choques climáticos. Con ellos se espera una productividad que propicie el desarrollo sostenible y la competitividad del país, aumentando la riqueza al tiempo que es incluyente, dejando atrás de manera progresiva la dependencia de actividades extractivas y dando paso a una economía reindustrializada con nuevos sectores soportados en las potencialidades territoriales en armonía con la naturaleza”. (numeral 4, del artículo 3°, ídem).

En este sentido, la ANH requiere impulsar estudios integrales que incluyan la adquisición, procesamiento e interpretación de información geológica, geofísica, geoquímica e hidrogeológica, así como comprender la dinámica del flujo subterráneo y su relación con la distribución de temperatura a nivel somero con el fin de caracterizar el subsuelo y evaluar el potencial geotérmico de baja temperatura como fuente de energía renovable. Este proceso se fortalece mediante la articulación con universidades, centros de investigación, sector privado, promoviendo el desarrollo científico, tecnológico e innovador en el ámbito de las FNCE.

Esto se puede satisfacer de manera eficaz y eficiente por medio del fortalecimiento de mecanismos de articulación técnica y científica con actores públicos, privados, académicos y especializados que cuenten con experiencia en la planeación y ejecución de proyectos de ciencia, tecnología e innovación aplicados al estudio y exploración de FNCE y de Transición Energética. Asimismo, la inversión en estudios regionales, así como en la adquisición, procesamiento e interpretación de nueva información por parte de firmas consultoras, empresas especializadas, operadores, proveedores tecnológicos, entidades técnicas, grupos e institutos de investigación vinculados a universidades y centros especializados, contribuye de manera integral al fortalecimiento del conocimiento y la exploración de energías renovables y fuentes energéticas de bajas emisiones en Colombia.

Como parte de las estrategias de descarbonización de la industria energética, el recurso geotérmico de baja entalpía con temperaturas entre 30 - 90°C y muy baja entalpía con temperaturas $\leq 30^{\circ}\text{C}$ con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico (EUDE, 2019) hacen parte de las FNCE que brindan alternativas limpias y sostenibles para diversificar la matriz energética gracias a sus bajas emisiones de carbono comparada con los combustibles fósiles. La exploración geotérmica de baja temperatura orientada a usos directos se fundamenta, a nivel mundial, en la integración de múltiples fuentes de información geológica, geoquímica, geofísica e hidrogeológica, las cuales permiten caracterizar de manera integral el comportamiento del subsuelo y su régimen térmico. Este enfoque multidisciplinario facilita la identificación de las condiciones que controlan la distribución de temperatura, la dinámica del flujo subterráneo y las propiedades termo-físicas del medio, elementos clave para la evaluación del potencial del recurso geotérmico y su aprovechamiento eficiente.

En este sentido, la contratación se enmarca en la necesidad de evaluar el potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo y realizar el análisis integral para aplicaciones multipropósito, incluyendo la evaluación de tecnologías disponibles en el marco del desarrollo de comunidades energéticas en un área de interés en la cuenca de Llanos Orientales. Está área responde a la necesidad de identificar nuevas oportunidades energéticas en regiones con actividad hidrocarburífera, aprovechando condiciones favorables en la componente técnica como una cuenca sedimentaria en un sistema conductivo con gradientes térmicos superiores a 30 °C/km y la existencia de actividades productivas con un alto potencial para uso del recurso de baja temperatura con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico.

La ejecución de este tipo de estudios permitirá a la ANH contar con insumos técnicos robustos para la evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura, la priorización de áreas y la formulación de proyectos piloto orientados al desarrollo de comunidades energéticas, contribuyendo al uso eficiente de la energía, la reducción de emisiones y el fortalecimiento de modelos energéticos sostenibles con enfoque territorial.

En consecuencia, la contratación de la consultoría resulta necesaria para cerrar las brechas de información existentes, identificar y priorizar oportunidades concretas de aprovechamiento del recurso geotérmico de baja temperatura, formular recomendaciones técnicas y habilitantes, y definir una ruta progresiva que permita avanzar desde el diagnóstico y la planeación estratégica hacia etapas posteriores de prefactibilidad, factibilidad, estructuración financiera, implementación de proyectos piloto, monitoreo y eventual escalamiento de soluciones de uso directo del recurso de baja temperatura con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico en Colombia.

Con fundamento en lo expuesto y con el objetivo de dar estricto cumplimiento a las delegaciones del Ministerio de Minas y Energía en cuanto a avanzar en el conocimiento geocientífico del país para una transición energética justa y sostenible, la Agencia Nacional de Hidrocarburos adelantará el presente sondeo para el conocimiento del comportamiento del mercado actual en cuanto al objeto de la posible consultoría.

OBJETO A CONTRATAR

Contratar la consultoría para evaluar el potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo y realizar el análisis integral para aplicaciones multipropósito, incluyendo la evaluación de tecnologías disponibles en el marco del desarrollo de comunidades energéticas en un área de interés en la cuenca de Llanos Orientales.

CÓDIGO UNSPSC (The United Nations Standard Products and Services Code® - UNSPSC, Código Estándar de Productos y Servicios de Naciones Unidas), correspondiente al bien, obra o servicios a contratar:

SEGMENTO	FAMILIA	CLASE	PRODUCTO	NOMBRE
----------	---------	-------	----------	--------

71	00	00	00	Servicios de Minería, Petróleo y Gas
71	15	13	06	Servicios de Geología
80	11	16	21	Servicios temporales de investigación y desarrollo
80	10	16	00	Gerencia de Proyectos
81	00	00	00	Servicios basados en ingeniería, investigación y tecnología
81	10	17	12	Servicios de Información Geográfica (SIG)
81	15	17	03	Estudios geológicos
81	15	17	04	Exploración geológica
81	15	19	01	Estudios geofísicos
81	15	19	02	Exploración geofísica

Para el caso de participación en el eventual proceso para propuestas individuales se solicitará que la empresa se encuentre inscrita, clasificada y calificada en por lo menos uno de los códigos anteriormente establecidos, adicionalmente, para propuestas presentadas por consorcios, uniones temporales o promesas de sociedad futura, cada uno de los integrantes debe estar inscrito, clasificado y calificado en por lo menos uno de los códigos referidos.

ASPECTOS TÉCNICOS Y ACTIVIDADES A EJECUTAR

El presente sondeo de mercado busca determinar el valor del proyecto para evaluar el potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo y realizar el análisis integral para aplicaciones multipropósito, incluyendo la evaluación de tecnologías disponibles en el marco del desarrollo de comunidades energéticas en un área de interés en la cuenca de Llanos Orientales.

Los estudios geocientíficos y multidisciplinarios propuestos se desarrollarán en la zona denominada Casanare Este. La cual hace parte de las zonas de influencia de las áreas de exploración y producción de hidrocarburos en el marco del proyecto “Desarrollo de comunidades energéticas en zonas de influencia hidrocarburífera a nivel nacional”, está ubicada en un sistema geotérmico conductivo sobre la cuenca sedimentaria Llanos Orientales con evidencias en estudios preliminares (ANH, 2024; Mejía Fragoso et al., 2024; Sandoval Ruiz et al., 2026) de gradiente térmico superior a 33°C/Km (INGEOMINAS-ANH, 2009) y tiene potencial para aplicaciones de uso directo del recurso geotérmico de baja temperatura como calefacción y refrigeración, sector agroindustrial con evidencias en estudios estadísticos de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), coberturas de la tierra y el uso del suelo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la zona se ubica (Figura 1) dentro de la plancha 5-10 escala 1:500.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

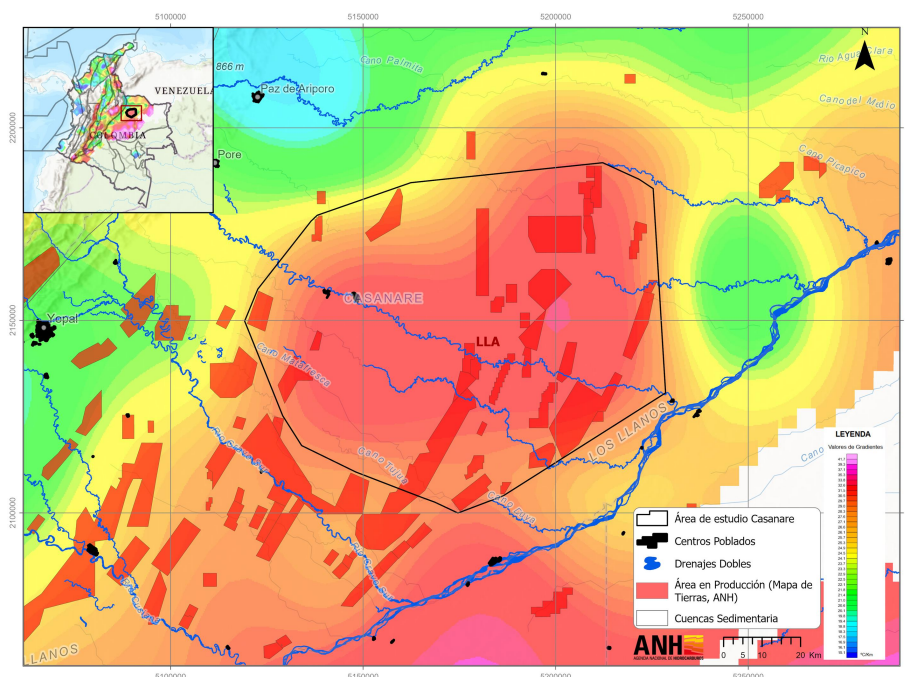


Figura 1. Mapa de ubicación general del proyecto.

1. Informe diagnóstico de compilación de información secundaria y actualización cartográfica

Se realizará un Informe diagnóstico de compilación de información secundaria y actualización cartográfica para potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo (Lund & Boyd, 2015; FENERCOM, 2017) en comunidades energéticas en el área de interés (Componentes geológico, hidrogeológico, geotérmico, comunidades energéticas, demanda energética, demanda de calor, coberturas de la tierra y usos del suelo, aplicaciones para uso directo en calefacción y refrigeración, sector agroindustrial, turismo y recreación, e industrial). El objetivo es consolidar un diagnóstico integral de las condiciones geocientíficas existentes que sirva de base para el diseño y ejecución del estudio. Las actividades del entregable contemplan:

1.1. Revisión, diagnóstico y análisis del estado de la información de los componentes multimodales.

Considerar fuentes institucionales y técnicas tales como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) entre otras, así como estudios previos desarrollados por universidades, consultoras y entidades regionales, entre otros.

1.2. Set de mapas escala 1:50.000

Componente geológico, geomorfológico, estructural y componente hídrico y un mapa con posibles localizaciones para el levantamiento de las secciones litológicas del Neógeno-Cuaternario, todos los mapas

deben tener su correspondiente capítulo con metodología, análisis y descripción de los resultados. La actualización cartográfica se debe realizar a partir de información secundaria, el análisis de imágenes satelitales libres y comerciales, y el procesamiento de Modelos Digitales de Terreno de alta resolución ($\leq 10 \times 10$ m/píxel).

1.3. Inventario de datos de hidrogeología de puntos de agua subterránea

El inventario debe incluir pozos, manantiales, aljibes y piezómetros, cada punto debe estar georreferenciado y nivelado topográficamente indicando: profundidad, nivel estático, unidad geológica e hidrogeológica captada, usos y usuarios del agua, y su estado (en uso, inactivo, abandonado o desmantelado).

1.4. Realizar el inventario de información del régimen térmico regional derivada de la información de pozos de la industria

El inventario debe incluir pozos perforados en la zona de interés con datos mínimos de georeferenciación, profundidad total, estado final y estado actual, para documentar datos de temperatura BHT ≤ 500 m, información de geología, registros de temperatura, y demás información necesaria. Es responsabilidad del ejecutor la gestión de la información de los pozos de la industria petrolera a través del EPIS u otras fuentes de información.

1.5. Campaña de socialización temprana

Descripción de actividades para la identificación y acercamiento a los principales actores sociales y ambientales existentes en la zona de estudio para socializar las actividades y alcances del proyecto, para garantizar la autorización y facilitar las actividades de adquisición de información primaria.

2. Informe de Diagnostico Socioambiental

Se elaborará un informe que contenga los resultados de la identificación y el acercamiento a los principales actores sociales y ambientales presentes en la zona de estudio, con el propósito de socializar las actividades y alcances del proyecto en el territorio. Este componente incluye la descripción de las acciones desarrolladas en el marco del diagnóstico socioambiental, incorporando la identificación de los principales conflictos sociales y ambientales, así como el análisis de posibles sinergias con iniciativas de transición energética asociadas al aprovechamiento del recurso geotérmico de baja temperatura para usos directos, tales como calefacción y refrigeración, aplicaciones en el sector agroindustrial, turismo y recreación, e industria. Según el área que corresponda, indicar los determinantes ambientales existentes en el área, presencia de áreas RUNAP, uso y vocación del suelo, fuentes principales de abastecimiento, censo entre otros. El informe debe contemplar una estrategia de participación estructurada en tres instancias de socialización.

- Fase inicial orientada a la presentación del proyecto y gestión de autorizaciones para la ejecución de actividades de campo. Esta sección tiene una parte introductoria en el capítulo de socialización temprana, por lo tanto, debe complementarse en este informe.
- Fase de acompañamiento durante el levantamiento de información en campo, que facilita la articulación con los actores locales.

- Fase final destinada a la socialización de los resultados obtenidos, promoviendo la apropiación social del conocimiento y la validación de los resultados en el contexto territorial.

3. Informe de Adquisición de información primaria de campo

El informe incluirá la planeación, desarrollo, registro y datos crudos de las actividades realizadas en la campaña de adquisición de información primaria de campo, el desarrollo de este producto se basa en la integración de la información generada en el Producto 1 (Informe diagnóstico de compilación de información secundaria y actualización cartográfica).

De manera complementaria, se deben establecer los protocolos operativos y se deben definir los requerimientos logísticos, la gestión de permisos, la articulación con actores locales y los lineamientos de Seguridad y Salud en el Trabajo, junto con un cronograma detallado y una estrategia de registro y gestión de la información, mediante formatos de campo, bitácoras y sistemas de almacenamiento, los cuales deben ser aprobados por la supervisión del contrato. Las actividades y entregables contemplan:

3.1. Planeación de actividades de campo para la adquisición de información primaria

El contratista debe realizar la planeación de las actividades de campo, la cual incluye la definición detallada de objetivos, alcances y criterios técnicos de cada campaña técnica para adquisición de datos de subsuelo, agua, afloramientos y métodos geofísicos, así como la identificación de actores sociales y ambientales relevantes en el área de estudio.

Esta fase incluye la selección y priorización de puntos de muestreo y medición con base en el análisis de información secundaria, condiciones de accesibilidad, seguridad y representatividad geológica e hidrogeológica.

3.2. Sondeo Superficial de Temperatura (SST): registro temperaturas A y B.

400 sondeos superficiales de temperatura (SST) registrando a dos temperaturas A y B (Matiz-León, 2019), la metodología y la densidad de puntos por km² será definida en la planeación de las actividades de campo, los cuales deben ser justificados técnicamente según el área del proyecto y ser aprobados.

El contratista debe indicar el desarrollo de la toma del sondeo, incluyendo como información mínima: nombre del sondeo, unidad geomorfológica, nombre geográfico donde se realiza el sondeo, georreferenciación, registro fotográfico y profundidad e incluir el mapa con la distribución de los puntos de sondeo seleccionados.

3.3. Campaña de muestreo y análisis fisicoquímico e hidrogeoquímico de agua.

Con base en el inventario de puntos hidrogeológicos, se deben estimar mediante técnicas geoestadísticas, los puntos donde se realizará el muestreo fisicoquímico e hidroquímico (Tabla 1), teniendo en cuenta que serán

como mínimo 200 puntos objeto de muestreo. Los puntos seleccionados a muestrear deberán ser representativos en área y profundidad del área de estudio y deberán presentarse a la supervisión del contrato para ser aprobados.

El monitoreo debe registrarse bajo lo establecido en el Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua, elaborado por el IDEAM (2021). En el muestreo y análisis se deben incluir manifestaciones hidrotermales ubicadas en el área de estudio, considerando que una manifestación hidrotermal se asocia a aguas superficiales y subterráneas que captan aguas con una temperatura superior a 4 °C a la temperatura media anual del aire de la zona, sin influencia de radiación solar y/o aguas carbónicas o salinas. Se deben anexar los formatos de campo para la toma de muestras y las cadenas de custodia.

Parámetro	Unidad
Conductividad eléctrica	μS/cm
Caudal	l/s
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L O2
Demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (DBO5)	mg/L O2
Fenoles	mg/L
Grasas y aceites	mg/L
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L
Potencial óxido-reducción (Eh)	mV
pH	Unidades de pH
Sólidos totales (ST)	mg/L
Sólidos sedimentables (SSED)	mg/L
Sólidos suspendidos totales (SST)	mg/L
Sólidos disueltos totales (SDT)	mg/L
Sustancias activas de azul de metileno (SAAM)	mg/L
Temperatura	°C
Cationes	Unidad
Amonio (NH4+)	mg/L
Calcio (Ca++)	mg/L
Magnesio (Mg++)	mg/L
Potasio (K+)	mg/L
Sodio (Na+)	mg/L
Hierro total (Fe)	mg/L

Manganeso (Mn)	mg/L
Aniones	Unidad
Cloruro (Cl-)	mg/L
Sulfato (SO4=)	mg/L
Carbonato (CO3=)	mg/L
Bicarbonato (HCO3-)	mg/L
Cianuro (CN-)	mg/L
Sulfuro (S2-)	mg/L
Fluoruros (F-)	mg/L
Hidrocarburos	Unidad
Hidrocarburos totales (HTP)	mg/L
Compuestos orgánicos volátiles	mg/L
BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno y orto, meta y para-Xileno)	mg/L
Otros Parámetros para Análisis y Reporte	Unidades
Acidez total	mg/L CaCO3
Alcalinidad total	mg/L CaCO3
Dureza total	mg/L CaCO3
Microbiológicos	Unidades
Coliformes totales	NMP/100 mL
E. coli	NMP/100 mL
Nutrientes	Unidades
Fósforo total (P)	mg/L
Ortofosfatos (P-PO4-3)	mg/L
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L
Nitrógeno amoniacal	mg/L
Nitratos (N-NO3)	mg/L
Nitritos (N-NO2)	mg/L
Metales y Metaloides	Unidades
Aluminio (Al)	mg/L
Arsénico (As)	mg/L
Bario (Ba)	mg/L
Bromo (Br)	mg/L
Cadmio (Cd)	mg/L

Zinc (Zn)	mg/L
Cobalto (Co)	mg/L
Cobre (Cu)	mg/L
Cromo total	mg/L
Estroncio (Sr)	mg/L
Litio (Li)	mg/L
Mercurio (Hg)	mg/L
Níquel (Ni)	mg/L
Plata (Ag)	mg/L
Plomo (Pb)	mg/L
Selenio (Se)	mg/L
Vanadio (V)	mg/L

Tabla 1. Parámetros para muestreo de agua en las unidades litológicas y niveles acuíferos en el área. Fuente: Modificado ANLA (2023)

3.4. Campaña de muestro y análisis de isótopos estables de agua.

Para la caracterización isotópica del agua subterránea (Tabla 2) se deben realizar como mínimo el siguiente número de muestreos: 15 muestreos de cuerpos de agua superficial (lóticos y/o lénticos), 20 muestreos en agua subterránea (pozos, manantiales, aljibes) y 5 muestreos en agua lluvia.

El muestreo de agua lluvia, se debe caracterizar el 18O y 2H en la lluvia, de manera semanal (promedio) durante el periodo de ejecución, con el fin determinar la firma química del agua lluvia en el periodo de estudio, a su vez, en se deben instalar mínimo 3 totalizadores de agua lluvia. Se debe calcular y reportar el exceso de deuterio para las muestras de isótopos estables en agua lluvia descartando aquellos resultados que estén por debajo de los 5 ‰ de exceso.

Isotopos Estables	Unidades de Medida	Fuente por caracterizar
Deuterio 2H	‰	Agua lluvia, superficial y subterránea
Oxigeno Pesado 18O	‰	Agua lluvia, superficial y subterránea

Tabla 3. Análisis de isótopos solicitados
Fuente: ANH

Las condiciones de muestreo, transporte y almacenamiento de muestras deben seguir las directrices establecidas en los protocolos estandarizados por el Laboratorio de Análisis de Isótopos estables en agua líquida del SGC, el Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua”, elaborado por el IDEAM (2021) o aquella que la modifique o sustituya y/o protocolos internacionales que apliquen debidamente justificadas. Todos los

muestreos deben realizarse a través de laboratorios acreditados por el IDEAM, o la entidad responsable de su acreditación, tanto para la toma de muestras como para el análisis de parámetros.

3.5. Campaña de muestreo y análisis fisicoquímico e hidrogeoquímico de agua - área de recarga de piedemonte.

La campaña de muestreo fisicoquímico e hidrogeoquímico de aguas en el área de recarga de piedemonte se desarrolla con una densidad ampliada respecto a la versión original, con el propósito de fortalecer el balance hidrogeoquímico y mejorar el conocimiento del sistema hidrogeológico somero.

La selección de puntos de muestreo se define a partir de revisión de información secundaria, técnicas geoestadísticas asegurando representatividad en términos de unidades litológicas, niveles acuíferos y condiciones de flujo. Para caracterizar el área de recarga se harán 10 muestreos fisicoquímico e hidroquímico (Tabla 1). Los puntos seleccionados a muestrear deberán ser representativos en área y profundidad del área de estudio.

3.6. Campaña de muestro y análisis de isótopos estables de agua - área de recarga de piedemonte.

La campaña de muestreo y análisis de isótopos estables de agua en el área de recarga de piedemonte se ejecuta con una densidad ampliada, con el fin de mejorar la comprensión de los procesos de recarga, circulación y origen de las aguas en el sistema hidrogeológico.

La selección de puntos de muestreo se define a partir revisión de información secundaria, técnicas geoestadísticas asegurando representatividad. Para la caracterización isotópica del agua subterránea (Tabla 3) en el área de recarga se harán 5 muestreos de cuerpos de agua superficial (lóticos y/o lénticos) y 5 muestreos en agua subterránea (pozos, manantiales, aljibes).

3.7. Levantamiento de secciones litológicas Neógeno-Cuaternario, escala 1:20.

El contratista a partir del mapa con posibles localizaciones para el levantamiento de las secciones litológicas del Neógeno-Cuaternario entregado en el Producto 1 debe realizar un trabajo de búsqueda en campo del estado de los afloramientos para proponer los puntos para el levantamiento de las secciones litológicas. Del reconocimiento de campo se debe consolidar un registro fotográfico con localización y otras características importantes para proponer las mejores localizaciones para el levantamiento de las secciones. La localización de las secciones a levantar está sujeta a la aprobación por parte de la supervisión del contrato.

El levantamiento detallado de diez (10) secciones litológicas representativas de las unidades Neógeno-Cuaternario presentes en el área de estudio comprende la descripción detallada de perfiles expuestos en campo, incluyendo cortes naturales, taludes, excavaciones y afloramientos.

La selección de las diez (10) secciones litológicas busca cubrir diferentes ambientes deposicionales (fluvial, aluvial, coluvial, lacustre) para asegurar una caracterización integral y la representatividad de unidades

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 12 de 34</p>
---	--	--

Neógeno–Cuaternario, proximidad a zonas de recarga y flujo hidrogeológico, accesibilidad y condiciones de seguridad, exposición continua y calidad del afloramiento.

El levantamiento de cada sección litológica se realiza mediante medición directa en campo a escala 1:20, Para cada sección litológica se realiza una caracterización integral que incluye la identificación de la litología dominante y secundaria, así como la descripción detallada de la textura y granulometría de los materiales. Se documentan las estructuras sedimentarias presentes, los tipos de contacto entre unidades, ya sean gradacionales, erosivos o netos, y el espesor de cada capa identificada. Asimismo, se registra la presencia de materia orgánica, evidencias de alteración o meteorización, y condiciones de saturación que puedan indicar la dinámica del flujo subterráneo.

Para cada sección litológica se debe presentar una descripción técnica de las unidades, incluyendo sus características litológicas, texturales y estructurales, así como un registro fotográfico que documenta las condiciones observadas en campo. Adicionalmente, se debe incluir la ubicación geográfica precisa de cada sección mediante coordenadas, una interpretación sedimentológica que permita inferir los procesos deposicionales, y una correlación preliminar entre secciones que facilite la comprensión de la continuidad lateral de las unidades.

3.8. Ensayos de infiltración

Con base en las unidades cartográficas de suelo donde se determine el contenido pedológico como mínimo a nivel de familia textural, se deben realizar 10 ensayos de infiltración representativos con el fin de estimar la capacidad de infiltración del suelo y estimar parámetros hidráulicos superficiales (tasa de infiltración, conductividad hidráulica no saturada y saturada aproximada), como insumo para la caracterización de procesos de recarga en el modelo hidrogeológico conceptual. Los puntos seleccionados deberán presentarse a la supervisión del contrato para ser aprobados.

La metodología de campo se basará en el uso de técnicas estandarizadas, tales como el ensayo de doble anillo o ensayos de infiltración simple, según las condiciones del sitio. El procedimiento incluye la preparación y nivelación del terreno, la instalación de los anillos de infiltración, la saturación previa del suelo cuando aplique, y la medición del descenso del nivel de agua en intervalos de tiempo definidos, hasta alcanzar condiciones cercanas al estado estacionario. Durante la ejecución de los ensayos se deberán registrar las condiciones ambientales y del suelo que puedan influir en los resultados.

3.9. Ensayos hidráulicos

Con base en el inventario de puntos hidrogeológicos, verificando el estado mecánico y diseño de estos, el contratista debe proponer los puntos objeto de ensayos hidráulicos, asegurando que estos sean representativos en área y profundidad, teniendo en cuenta que serán como mínimo 10 puntos objeto de ensayo. Los puntos seleccionados deberán presentarse a la supervisión del contrato para ser aprobados.

La duración de las pruebas de bombeo debe permitir conocer espacial y temporalmente el comportamiento del cono de abatimiento generado tanto en el pozo bombeado como en el pozo de observación que permita estimar los parámetros hidráulicos durante los tiempos de bombeo y recuperación.

La etapa de bombeo debe tener una duración entre 24 a 36 horas siempre y cuando no se alcance un régimen estacionario en las primeras 12 a 20 horas y la etapa de recuperación alcance un 95 a 100% del abatimiento registrando en el pozo bombeado. Reportar que uso y/o gestión se le dará al agua subterránea derivada de las pruebas de bombeo.

Se debe determinar la curva de tendencia natural del nivel freático o piezométrico de la unidad geológica acuífera a caracterizar, midiendo los niveles mínimos una semana antes del inicio de las pruebas. La frecuencia de medición de niveles (abatimiento y recuperación) debe garantizar alrededor de 10 observaciones por ciclo logarítmico del tiempo para elaborar la curva de abatimiento vs tiempo.

3.10. Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), profundidad objetivo 300 m.

El estudio geofísico representativo implica la selección de zonas para la obtención de los 30 Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) se debe realizar mediante un proceso de análisis integrado criterios geológicos, hidrogeológicos, térmicos, geofísicos y logísticos, con el fin de garantizar que los puntos de medición sean representativos del sistema y aporten información relevante para la caracterización del subsuelo. Partiendo de zonas con unidades litológicas contrastantes, zonas de fracturamiento y sectores con potencial control sobre la circulación de fluidos. Adicionalmente, se priorizan áreas donde los resultados del Sondeo Superficial de Temperatura (SST) evidencian anomalías térmicas, ya que estas pueden estar asociadas a procesos de flujo de calor o circulación de aguas subterráneas. Asimismo, se consideran criterios de accesibilidad, seguridad y condiciones del terreno, evitando interferencias eléctricas o zonas con limitaciones operativas. La localización de los SEV debe ser aprobada por parte de la supervisión del contrato.

Los SEV se desarrollan mediante la técnica de resistividad eléctrica usualmente en configuración Schlumberger. La profundidad de investigación objetivo corresponde a aproximadamente 300 metros, dependiendo de las condiciones del terreno y la apertura máxima del arreglo, esta profundidad debe ser garantizada.

3.11. Tomografías TEM multielectrónica, profundidad objetivo 300 m.

El estudio geofísico representativo incluye la adquisición de 10 tomografías eléctricas multieléctrodo (TEM) se define buscando generar secciones continuas o perfiles que atraviesen zonas de interés, tales como transiciones litológicas, gradientes hidrogeológicos o estructuras relevantes. Esta disposición permite construir modelos bidimensionales o tridimensionales de resistividad, facilitando la interpretación de la geometría de los acuíferos y la distribución de materiales en el subsuelo. La localización de los TEM debe ser aprobada por parte de la supervisión del contrato.

El método TEM se basa en la generación de un campo electromagnético mediante la circulación de corriente en una bobina transmisora ubicada en superficie, seguido de la medición del decaimiento del campo magnético inducido en el subsuelo una vez que la corriente es interrumpida. La profundidad de investigación objetivo alcanza aproximadamente 300 metros, dependiendo de la configuración del sistema, el tamaño del lazo transmisor y las condiciones del terreno, esta profundidad debe ser garantizada.

3.12. Cierre transversal de actividades con una guía de entrega de información

Desarrollo de una guía de entrega de información de las actividades de campo asociada a los datos crudos para trazabilidad.

Anexos de los registros diarios de Seguridad y Salud en el Trabajo y los registros diarios de adquisición.

4. Informe del modelo hidrogeológico conceptual

El informe incluirá la caracterización y evaluación hidrológica e hidrogeológica integral del área de estudio, con el fin de entender la dinámica del sistema acuífero, las condiciones de recarga y descarga, las características hidrogeoquímicas e isotópicas del agua subterránea y su relación con la geología, estructura y potencial del recurso geotérmico de baja temperatura del subsuelo. El desarrollo de este producto se basa en la integración de la información generada en el producto 3 (Informe de adquisición de información primaria de campo), y contempla las siguientes actividades:

4.1. Caracterización geológica y geofísica

A partir de los SEV y TEM se debe realizar la interpretación y correlación de las unidades geológicas con sus valores geofísicos obtenidos respecto a las unidades geológicas presentes. Adicionalmente, presentar un mapa y perfiles con la distribución espacial de los puntos de medición y captura de datos geofísicos. Se debe suministrar la interpretación de los datos de campo incluyendo un análisis de certidumbre de resultados.

Con base en la cartografía geológica, la caracterización litológica con la información secundaria, los levantamientos de las secciones, los modelos estructurales y los resultados geofísicos, se deberá definir el comportamiento hidrogeológico de cada una de las unidades litológicas presentes en el área de estudio. Para cada unidad identificada, se establecerá su condición hidrogeológica (acuífero libre, confinado, semiconfinado o acuícludo), sus propiedades físicas estimadas, el tipo de medio (poroso, fracturado o mixto), y su posible relación con flujos de aguas termales. Además, se deberán integrar los planos estructurales relevantes que condicionen el flujo subterráneo, como fallas, diaclasas, entre otras.

Con base en la información geológica y geofísica, se debe construir un modelo tridimensional con sus respectivos perfiles (mínimo seis), en el cual, se determine la geometría de cada una de las unidades geológicas, la profundidad del techo y base, sus espesores promedio, total y saturado, continuidad y extensión lateral y sus fronteras permeables, impermeables y semipermeables, identificando las discontinuidades

geológicas y estructurales (fallas, zonas fracturadas, entre otras), propiedades de las formaciones geológicas, porosidad y estructura del subsuelo. Se debe realizar la correlación litológica con los diferentes pozos y piezómetros existentes en el área de influencia.

4.2. Caracterización hidrogeoquímica

Se deben determinar las características hidroquímicas en cada unidad geológica acuífera o niveles acuíferos presente en el área de estudio, considerando algunos elementos adicionales si es el caso según las particularidades del estudio, para esto se usarán los resultados de las muestras adquiridas en las campañas de campo.

El análisis de calidad de las muestras será representando los resultados en diagramas de relación (Piper, Stiff, Schoeller, Mifflin etc.), que permitan determinar las facies hidrogeoquímicas predominantes. El control de calidad incluye calcular y presentar el error del balance iónico para cada una de las muestras que se tomen en el programa de monitoreo, el error máximo aceptable es de $\pm 15\%$, el cual debe ser reportado por el mismo laboratorio que analice las muestras, determinando de esta forma el nivel de confiabilidad de los valores de concentración reportados. Para la estimación del error del balance y la determinación de iones disueltos la muestra debe ser filtrada en campo, con el fin de considerar solamente la fracción disuelta.

Se deben reportar y realizar un análisis comparativo entre la conductividad eléctrica tomada in situ Vs la conductividad eléctrica tomada en laboratorio para cada muestra, justificando si es el caso, las diferencias entre las conductividades eléctricas. Esta diferencia no puede variar \pm el 10%. Se deben anexar los reportes de laboratorio, incluyendo los análisis de balances iónicos y de error analítico originales y a su vez presentar los resultados analíticos en formato Excel.

El análisis debe identificar relaciones que contribuyan a la definición de aspectos como: zonas de recarga, tipos de roca con las que el agua ha estado en contacto y a partir de esto establecer aspectos como: evolución hidrogeoquímica, procesos de intercambio y mezclas entre tipos de agua, eventos de disolución o precipitación de fracciones iónicas, interconexiones hidráulicas, circulación, tiempo de residencia del agua subterránea, variables clave para evaluar la sostenibilidad del aprovechamiento térmico.

4.3. Caracterización isotópica

Realizar una caracterización de isótopos estables y radiactivos en cuerpos de agua superficial (lóticos y/o lénticos), en agua subterránea (pozos, manantiales, aljibes y piezómetros) y en agua lluvia (promedio mensual). Con base en los resultados se deben establecer las relaciones existentes entre aguas lluvia, superficiales y subterráneas, identificando las zonas de recarga, tránsito y descarga, la datación del agua, los tiempos de tránsito y residencia del agua subterránea analizando los efectos latitudinales, continentales, estacionales y de intensidad.

El muestreo de agua lluvia, se debe caracterizar el ^{18}O y ^2H en la lluvia, de manera semanal (promedio) durante el periodo de ejecución, con el fin determinar la firma química del agua lluvia en el periodo de estudio, a su vez, en se deben instalar mínimo 3 totalizadores de agua lluvia. Se debe calcular y reportar el exceso de deuterio para las muestras de isótopos estables en agua lluvia descartando aquellos resultados que estén por debajo de los 5 ‰ de exceso.

Como parte de la interpretación de los resultados isotópicos, se debe presentar un análisis comparativo e interpretación de la firma isotópica de cada uno de los acuíferos monitoreados, respecto a las firmas isotópicas de las aguas superficiales y lluvia.

4.4. Caracterización hidrológica y meteorológica

Identificación y georreferenciación de los principales cuerpos de agua superficial (ríos, quebradas, lagunas, pantanos). Análisis de datos climáticos históricos (precipitación, temperatura, evapotranspiración) a partir de estaciones IDEAM y otros registros disponibles.

La escala temporal de los datos debe ser diaria y la longitud mínima de la serie debe ser de quince (15) años en caso de existir. Debe indicarse la longitud temporal de datos disponibles, el porcentaje de datos faltantes y realizar el respectivo tratamiento de datos cuando aplique (llenado de datos, homogeneidad, consistencia, detección de datos anómalos). Efectuar un análisis objetivo de la calidad y consistencia de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad, consistencia e identificación de datos anómalos; hacer el completado de las series, indicando claramente el método adoptado y efectuar la caracterización estadística básica de las series de tiempo tratadas.

Estimación del flujo base de los cuerpos hídricos superficiales mediante métodos hidrométricos o balances hídricos, con el fin de inferir aportes del agua subterránea al sistema superficial. (El contratista deberá justificar y realizar el análisis con la escala temporal más larga posible según la disponibilidad de datos), aplicar diferentes metodologías para la estimación de la evapotranspiración potencial y real que sean aplicables a las características climáticas regionales en función de la información disponible para su validación, como caudales medios mensuales multianuales, reportando los grados de incertidumbre en el análisis.

Evaluación de la interacción entre aguas superficiales y subterráneas, incluyendo la posible existencia de flujos de descarga base o recarga inducida.

4.5. Inventario de puntos de aguas subterráneas y aguas termales

Realizar un inventario representativo de los puntos de agua subterránea y aguas termales (aguas superficiales y captaciones subterráneas con una temperatura superior a 4 °C a la temperatura media anual del aire en el lugar tomado fuera de horas de alta radiación solar y/o aguas carbónicas o salinas) presentes en el área de estudio según corresponda; incluyendo pozos, manantiales, aljibes y piezómetros.

Como mínimo se deben inventariar 200 puntos para agua subterránea y la totalidad de los puntos de agua termal identificados, del total de puntos identificados por el ejecutor. Los puntos seleccionados deberán presentarse a la supervisión del contrato para ser aprobados. A su vez, se indica que es el contratista es quien debe, en el proceso de obtención de información secundaria, consultar ante las corporaciones y demás entidades los inventarios existentes.

Cada punto debe estar georreferenciado y nivelado topográficamente indicando: profundidad, nivel estático, unidad geológica e hidrogeológica captada, caudal de extracción o descarga (l/s), usos y usuarios del agua, y su estado (en uso, inactivo, abandonado o desmantelado).

Presentar el Formulario Único Nacional – FUNIAS, totalmente diligenciado para todos los puntos inventariados. Todos los puntos inventariados deben estar correctamente codificados y mantener esta numeración o codificación en cada uno de los componentes del modelo hidrogeológico conceptual.

En todos los puntos se deben tomar los parámetros in situ de Temperatura, Conductividad Eléctrica, pH, potencial Redox y Oxígeno Disuelto. El nivel estático del agua para todos los puntos inventariados debe reportarse en metros, al igual que en términos de la cota del terreno (en metros sobre el nivel del mar -msnm), siempre tomando como referencia el nivel del terreno (NE).

Con base en los resultados del inventario de puntos de agua subterránea establecer los caudales de extracción y descarga, así como los usos que actualmente se le da al agua subterránea teniendo en cuenta el análisis estadístico sobre la demanda actual y futura del agua para consumo humano, uso doméstico, industrial, agropecuario o cualquier otro uso.

A partir del modelo geológico, geofísico y de los niveles freáticos y piezométricos medidos en los puntos de agua subterránea inventariados, construir mapas de niveles piezométricos o de isopiezas con mínimo tres cortes o perfiles longitudinales y tres cortes o perfiles transversales para cada unidad geológica con interés hidrogeológico presente en el área de influencia del proyecto, y determinando los sistemas de flujo locales, intermedios y regionales.

Representar en un bloque diagrama de las direcciones de flujo, las zonas de recarga, tránsito y descarga (en la medida que estas se encuentren dentro del área de estudio), indicando claramente la dirección del agua subterránea mediante la elaboración de la red de flujo (líneas equipotenciales y de flujo), explicando el (los) método (s) de interpolación o elaboración de los mapas de isopiezas o piezométricos.

De presentarse alguna conexión hidráulica entre unidades geológicas realizar su respectiva explicación con sustento hidrogeológico. Se deben determinar los gradientes hidráulicos en la zona de estudio y análisis de potenciales áreas de recarga y descarga de los acuíferos., a su vez, evaluar la relación entre estructuras y flujos

hidrogeológicos para entender si las discontinuidades detectadas pueden facilitar la acumulación o el escape de fluidos geotérmicos. El inventario se llevará a cabo a una escala de 1:25 000.

4.6. Caracterización de la recarga

Con base en los datos del inventario, los resultados de los ensayos de infiltración y la información necesaria. Identificar las áreas de recarga, tránsito y descarga del área de estudio, determinado la tasa de recarga real y potencial identificando las fuentes que aportan a la recarga del sistema hidrogeológico o aquellas que son alimentadas por el sistema, indicando el tipo y la distribución espacial considerando escenarios de cambio climático y eventos como el Niño y Niña.

4.7. Caracterización hidráulica

Con base en las pruebas de bombeo se deben estimar los parámetros hidráulicos (conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, radio de influencia, capacidad específica y rendimiento o producción específica,) de las diferentes unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia del proyecto.

Para los diferentes ensayos hidráulicos realizados se debe presentar el respectivo análisis e interpretación, las salidas gráficas, el software utilizado y evaluación de la representatividad de los datos y de certidumbre de los resultados obtenidos para los parámetros.

Para la interpretación de los datos, se deben utilizar gráficas diagnóstico que permitan identificar el tipo de acuífero y/o las condiciones de frontera del sistema, y así justificar los métodos analíticos o numéricos empleados para la estimación de los parámetros hidráulicos.

Con base en la información geológica-geofísica e hidráulica se debe Identificar y clasificar las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia del proyecto con sus características litológicas, texturales y estructurales que condicionan y describen el comportamiento hidrogeológico. Presentar el mapa hidrogeológico con mínimo seis cortes o perfiles longitudinales y seis cortes o perfiles transversales. Tanto las formaciones geológicas como los puntos de agua subterránea deben estar representados en el mapa y en las secciones. La nomenclatura de las unidades hidrogeológicas debe realizarse según la metodología de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH), (UNESCO, 1995).

4.8. Modelo hidrogeológico conceptual

A partir de la compilación, análisis, integración de la información geológica y estructural, geofísica, unidades hidrogeológicas, identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga, inventario de puntos de agua subterránea, descripción litológica de perforaciones – registros del nivel piezométrico y resultados de ensayos y pruebas realizadas en el sondeo, información de la red piezométrica, resultados analíticos de pruebas de bombeo, los resultados de la caracterización de sistemas de flujo subterráneo, superficies piezométricas,

información hidrogeoquímica, determinaciones asociadas a la caracterización e interpretación de análisis isotópicos, se debe conformar el Modelo Hidrogeológico Conceptual – MHC, que represente las condiciones del sistema para el periodo de estudio.

Se debe presentar salidas gráficas que representen tridimensionalmente la distribución física de los componentes del sistema hidrogeológico. El sistema a su vez debe contener la información de caracterización de los parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas, las determinaciones de los ensayos de permeabilidad en suelo y de conductancia de lechos, las características hidráulicas asociadas a las zonas fracturadas, los datos de hidrogeoquímica, a su vez presentar un mapa que relacione los atributos numéricos y/o descriptivos para cada componente que integra el MHC (geología, geofísica, unidades hidrogeológicas, hidrología, inventario de puntos de agua subterránea, usos del agua subterránea, sistemas de flujo subterráneo, hidráulica, hidrogeoquímica, isotópica, calidad del agua subterránea e isotopía). Señalando, límites de baja y alta permeabilidad, zonas de recarga, tránsito y descarga, flujo, movimiento, interconexión hidráulica y dirección del agua subterránea.

Con base en el Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC), se deben identificar los acuíferos, zonas de recarga que influyen en el régimen térmico y en la sostenibilidad del recurso, áreas con interconexión hidráulica entre aguas subterráneas y superficiales que puedan afectar los procesos de transferencia de calor. Adicionalmente, se deberán delimitar áreas de protección asociadas a captaciones de agua subterránea, especialmente aquellas destinadas a abastecimiento doméstico, con el fin de evitar interferencias entre el uso geotérmico y otros usos del recurso hídrico.

5. Informe del modelo geotérmico somero y modelo numérico de transferencia de calor

El informe incluirá la caracterización y evaluación integral del régimen térmico del subsuelo en el área de estudio, con el fin de comprender el comportamiento del sistema hidrogeológico geotérmico somero, la distribución espacial de la temperatura, los procesos de transferencia de calor y su relación con la geología, la estructura y la dinámica hidrogeológica. El desarrollo de este producto se basa en la integración de la información generada en los productos anteriores, especialmente el Producto 3 (adquisición de información primaria) y el Producto 4 (modelo hidrogeológico conceptual), y contempla las siguientes actividades:

5.1. Inventario, compilación y diagnóstico de información del régimen térmico regional

Realizar el inventario de la información del régimen térmico regional con la recopilación, organización y evaluación de la información de pozos E&P disponible en el área de estudio, incluyendo datos de temperatura de fondo de pozo (BHT), registros geológicos asociados y todos los datos vinculados al régimen térmico regional, con énfasis en profundidades someras (≤ 500 m). Esta información será sometida a procesos de control de calidad, depuración y validación, incluyendo la identificación de valores atípicos y la evaluación de su confiabilidad. El resultado será una base de datos estructurada y georreferenciada que permita caracterizar preliminarmente el comportamiento térmico del subsuelo.

5.2. Set de mapas de sondeos superficiales de temperatura (SST)

El procesamiento, análisis e interpretación de la información obtenida mediante sondeos superficiales de temperatura (SST), ejecutados a diferentes profundidades de referencia A y B (típicamente 20 cm y 150 cm, el contratista puede sugerir otras temperaturas de referencia con el debido sustento técnico), con el fin de caracterizar la distribución térmica somera del subsuelo. El análisis incluirá la evaluación estadística de los datos, revisión de consistencia, identificación de tendencias y comportamiento espacial de la temperatura, así como la detección de anomalías térmicas asociadas a variaciones en las propiedades del subsuelo.

Considerando que las temperaturas someras están influenciadas por factores externos como la radiación solar, condiciones climáticas, topografía y cobertura del suelo, se aplicarán procesos de normalización de los datos en función de la temperatura superficial, con el objetivo de minimizar estos efectos y resaltar la señal térmica asociada al subsuelo. Este enfoque permite mejorar la comparabilidad entre puntos de medición y profundidades, y aislar el componente térmico de origen geotérmico.

Posteriormente, se realizará el análisis geoestadístico de la información, mediante técnicas de interpolación espacial (como Kriging o métodos equivalentes), con el fin de generar mapas de distribución de temperatura y anomalías térmicas a diferentes profundidades. El set de mapas asociadas en °C y escala 1:25.000 considera como mínimo: Mapa de temperatura superficial calculada. Mapa de temperatura medida en superficie. Mapa de Temperatura medida a A. Mapa de temperatura medida a B. Mapa de temperatura normalizada a A. Mapa de temperatura normalizada a B, entre otros.

5.3. Set de mapas de condiciones térmicas superficiales, variabilidad climática y propiedades termo-físicas

A partir de información secundaria proveniente de estaciones meteorológicas, sensores remotos y registros oficiales se generarán el set de mapas de condiciones térmicas superficiales, variabilidad climática y propiedades termo-físicas. El set de mapas asociadas a temperatura en °C a escala 1:25.000 considera como mínimo: Mapa de temperatura superficial, mapa temperatura media anual, mapa temperatura en el mes más cálido y frío, mapa de oscilaciones diarias de temperatura, mapa de semiamplitud térmica superficial.

El set de mapas de propiedades termo-físicas a escala 1:25.000 incluye como mínimo: el mapa de profundidad del suelo (m), el mapa de conductividad térmica (W/m K) con control de litológico, corrección de humedad y descripción de método de interpolación, el mapa de porosidad (n) y mapa de capacidad calorífica (J/m³·K) estimados mediante la integración de información proveniente de sondeos superficiales, caracterización geológica e información hidrogeológica, incluyendo parámetros como rendimiento específico y conductividad hidráulica. Se deben asignar valores representativos por unidad hidrogeológica, ajustados según condiciones de compactación, profundidad y saturación, y posteriormente interpolados espacialmente mediante técnicas geoestadísticas, garantizando coherencia con el comportamiento hidrogeológico del sistema. El contratista debe describir la metodología de trabajo a través de documentación técnica.

Los resultados de este set de mapas pueden complementarse mediante un análisis integrado que permita no solo describir la distribución espacial de las variables térmicas superficiales, sino también evaluar su coherencia física, su relación con las condiciones del subsuelo y su utilidad en la estimación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura. En este sentido, se deberá realizar un análisis comparativo entre las diferentes variables térmicas (temperatura media anual, temperaturas extremas y oscilaciones térmicas), con el fin de identificar patrones espaciales, gradientes térmicos superficiales y zonas con comportamiento anómalo.

Adicionalmente, los resultados deberán ser validados mediante contraste con información de campo de los sondeos superficiales de temperatura (SST) y ajustados mediante técnicas de normalización que permitan reducir la influencia de factores externos como radiación solar, cobertura vegetal, pendiente y condiciones atmosféricas. Esta validación permitirá aumentar la confiabilidad de los mapas generados y su aplicabilidad en la modelación térmica del subsuelo.

Asimismo, se recomienda integrar estos resultados con variables geográficas y geológicas relevantes, tales como altitud, geomorfología, uso del suelo, cobertura vegetal y estructura geológica, con el fin de evaluar los controles físicos que condicionan la distribución térmica superficial. La inclusión del mapa de profundidad del suelo permitirá complementar este análisis. Finalmente, este conjunto de productos deberá consolidarse como una capa base de condiciones de frontera térmica para el modelo numérico de transferencia de calor, permitiendo definir la temperatura superficial y su variabilidad temporal como insumo fundamental para la simulación del régimen térmico en profundidad.

5.4. Modelo geotérmico conceptual somero

El modelo del sistema geotérmico somero se representará mediante un bloque-diagrama tridimensional (3D), en el cual se integren de manera coherente los principales componentes del sistema hidrogeológico y geotérmico (Laverde, 2022). Este incluirá la distribución espacial del gradiente geotérmico, el flujo de calor, la distribución de temperatura en profundidad, la configuración de las unidades hidrogeológicas y la dinámica del flujo subterráneo, permitiendo visualizar la interacción entre las propiedades del medio y los procesos de transferencia de calor. En este producto se incluyen los mapas de gradiente térmico y flujo de calor a escala 1:25.000.

La construcción del modelo en un software especializado se fundamentará en la integración de la información geológica, estructural, hidrogeológica, geofísica y térmica, garantizando consistencia conceptual entre los diferentes componentes del sistema. En este contexto, se representarán las zonas de recarga, tránsito y descarga, así como su influencia en la distribución del régimen térmico del subsuelo, identificando sectores con mayor capacidad de intercambio térmico y condiciones favorables para el aprovechamiento geotérmico de baja temperatura.

El modelo será complementado con la elaboración de al menos cinco cortes geológicos transversales y dos cortes longitudinales, los cuales deberán incluir escala, leyenda e interpretación estructural e hidrogeológica, integrando la distribución de temperatura, gradiente térmico y flujo de calor. Estos perfiles permitirán validar la coherencia del modelo conceptual, así como representar la variabilidad lateral y vertical del sistema, constituyéndose en un insumo clave para la interpretación del comportamiento térmico del subsuelo y su aplicación en la modelación numérica y evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura.

5.5. Modelo numérico de transferencia de calor

El modelo numérico de transferencia de calor estará orientado a la simulación del régimen térmico del subsuelo con el objetivo de generar, como mínimo, tres mapas de distribución de temperatura a diferentes profundidades de interés, los cuales permitan un entendimiento preliminar de la variación vertical de los parámetros térmicos del subsuelo. Estos resultados estarán enfocados a evaluar la viabilidad del aprovechamiento del recurso geotérmico de baja temperatura para aplicaciones de uso directo, como mínimo en escenarios futuros de implementación de sistemas de bomba de calor geotérmica.

Las propiedades termo-físicas del subsuelo deben constituir parámetros de entrada del modelo numérico de transferencia de calor, el cual, junto con las condiciones de frontera y datos de calibración, permite la estimación de la distribución de temperatura en profundidad.

El modelo deberá considerar los procesos de transferencia de calor por conducción y, cuando aplique, advección asociada al flujo de agua subterránea, integrando las propiedades termo-físicas del medio (conductividad térmica, capacidad calorífica, porosidad) y su distribución espacial. Asimismo, incluirá la definición de condiciones iniciales y de frontera, tales como temperatura superficial, flujo de calor basal y condiciones laterales, metodología implementada, análisis de sensibilidad y ajustes de parámetros, garantizando coherencia con la caracterización climática, geológica e hidrogeológica del área de estudio.

6. Informe de evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura y áreas para proyectos piloto

El informe de evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura y áreas para proyectos piloto incluirá caracterización y evaluación integral. El desarrollo de este producto se basa en la integración de la información generada en los productos anteriores, especialmente el Producto 5 (modelo geotérmico somero de baja temperatura y modelo numérico de transferencia de calor), y contempla las siguientes actividades:

6.1. Mapa de potencial del recurso geotérmico de baja temperatura

Generación de cartografía temática que representa la distribución espacial del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura en el área de estudio, orientado a aplicaciones de uso directo. El mapa se construirá a partir de la integración de variables térmicas del subsuelo, tales como temperatura a profundidad, gradiente térmico y flujo de calor, derivadas del modelo geotérmico conceptual y del modelo numérico de transferencia de calor.

La elaboración del mapa incluirá un capítulo metodológico que describa el procesamiento de datos, los criterios de integración de variables y las técnicas de análisis espacial empleadas, sistemas de pesos, garantizando la coherencia entre los resultados y las condiciones geológicas e hidrogeológicas del área. El producto final se presentará a escala 1:25.000, permitiendo identificar zonas con diferentes niveles de favorabilidad térmica y capacidad de intercambio de calor con valoración en criterios de bajo, medio y alto potencial del recurso geotérmico de baja temperatura en el área de estudio.

6.2. Fichas técnicas de áreas para proyectos piloto

Definición de áreas clasificadas en la categoría de alto potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo, orientadas a la selección de zonas aptas para la implementación de proyectos piloto, cada una con una ficha técnica con la localización en el mapa, componente social y ambiental, descripción geológica, hidrogeológica y geotérmica, desarrollo de comunidades energéticas, el/los usos directos y las potenciales aplicaciones, entre otros. El contratista debe generar la ficha técnica base. Adicionalmente, si el contratista considera que hay sectores con mayor densidad y calidad de información, se podrán generar productos a escala 1:10.000, permitiendo un mayor nivel de detalle.

7. Informe de prefactibilidad para implementación de proyectos piloto para desarrollo de Comunidades Energéticas

El presente producto corresponde al documento técnico integrador para implementación de proyectos piloto en Comunidades Energéticas donde se consolidan los resultados técnicos, económicos y territoriales asociado al recurso geotérmico de baja temperatura de uso directo para aplicaciones en calefacción y refrigeración, sector agroindustrial, turismo y recreación, e industrial. Este informe deberá estar estructurado en componentes:

7.1. Análisis multimodal, matriz de actores y mapa social

Análisis de la demanda energética, demanda de calor, uso del suelo y aplicaciones de uso directo del recurso de baja temperatura con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico (Heredia Benito, 2012; Carro Pérez *et al.*, 2018) con la matriz de actores y mapa social del área del proyecto para Comunidades Energéticas.

7.2. Inventario y análisis de tecnologías para instalaciones geotérmicas de uso directo

Inventario y análisis de tecnologías para instalaciones geotérmicas de uso directo (Vieira *et al.*, 2017) aplicables a diferentes tipos de proyectos piloto con estimación de costos referenciales (Tran *et al.*, 2020) para uso directo del recurso de baja temperatura con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico.

7.3. Prefactibilidad técnica del piloto de bombas de calor geotérmica

Estudio de prefactibilidad técnica del piloto de bombas de calor geotérmicas (EECA, 2013) en la zona Casanare Este con la estimación CAPEX, OPEX, costo nivelado del calor (LCOH) y comparación con alternativas

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 24 de 34</p>
---	---	--

energéticas locales, así como la propuesta de Términos de Referencia Técnicos para la fase de implementación piloto. El componente de la prefactibilidad técnica debe incluir como mínimo:

- Estimación de propiedades termo-físicas específicas a la escala de trabajo
- Dimensionamiento de sondas
- Configuración del sistema
- Coeficiente de desempeño esperado e integración con la demanda térmica
- Metodologías para Test de Respuesta Termal (TRT), entre otras.

8. Base de datos, sistema de información geográfica y transferencia de conocimiento

El presente producto corresponde al cierre transversal del estudio. El objetivo es entregar la base de datos SQL y el Proyecto GIS. Elaborar y entregar la base de datos SQL y archivo de copia de seguridad (*backup*) del proyecto los cuales deben contener toda la información recopilada y generada con compatibilidad para SQL Server Management Studio versión 19.0.2. Esta base de datos debe tener una versión de respaldo en formato Excel 2016 o más reciente.

El proyecto GIS debe contener todos los datos geospaciales y producción cartográfica generada en el proyecto de acuerdo con los manuales de entrega de información técnica al BIEN.

NOTA: Los productos serán entregados a revisión de la supervisión y entregados al BIEN.

Con relación a transferencia del conocimiento, el contratista deberá llevar a cabo una jornada técnica de divulgación tipo workshop, dirigida a los profesionales y actores designados por la ANH, con el propósito de socializar los principales resultados de la evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo. Esta actividad buscará promover y facilitar la apropiación institucional de los resultados obtenidos, fortalecer la articulación del conocimiento generado e identificar las acciones requeridas para continuar con la maduración de las oportunidades hacia etapas posteriores de prefactibilidad, financiación, implementación y seguimiento.

Se deberá presentar un póster y resúmenes ejecutivos en inglés para cada una de las actividades realizadas. Este texto será entregado a la ANH para fines de revisión y aprobación, sin que ello implique su divulgación o publicación por parte del ejecutor.

9. Referencias Bibliográficas

ANLA (2023). Estrategia de monitoreo del recurso hídrico subterráneo en el área del Valle Medio del Magdalena – VMM. Grupo de regionalización y Centro de Monitoreo. Informe interno.

ANH (2024). Generación de mapas 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. Contrato Interadministrativo 439 UIS – ANH. Informe Final.

- Carro Pérez, M., Peiretti, A., Francisca, F. (2018). Energía geotérmica de baja entalpia en suelos loessicos: Cálculo y diseño para caso de estudio. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 22: 23-34.
- EECA (2013). *Geothermal Heat Pumps in New Zeland – Introductory Technical Guide*. GNS Science Series 54. ISBN 978-1-972192-44-3
- EUDE (2019). *Energía Geotérmica*. E-book - European Business School. 111 p.
- FENERCOM (2017). *Proyectos emblemáticos en el Ámbito de la Energía Geotérmica*. V Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria. 48 p.
- IDEAM (2021). *Protocolo de monitoreo y seguimiento del agua*. Bogotá. 631 p. ISBN: 978-958-5489-24-0
- INGEOMINAS - ANH (2009). *Mapa preliminar de gradientes geotérmicos de Colombia*. Proyecto Mapa Geotérmico de Colombia. 34 p.
- Heredia Benito, J. (2012). *Energía geotérmica “El calor robado a la Tierra”*. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior Ingeniería de Edificación. Trabajo de grado. 144 p.
- Laverde, A. (2022). *Geothermal Conceptual and Numerical Modelling of a Gas-Condensate Field in the eastern Llanos Basin, Colombia*. Tesis de Maestria. Universidad de Reykjavik. 99 p.
- Lund, J., & Boyd, T. (2015). Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. *Geothermics* 60:66-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geothermics.2015.11.004>
- Matiz-León, J.C., Rodríguez-Rodríguez, G., y Alfaro-Valero, C. (2019). Modelos de temperatura del suelo a partir de sondeos superficiales y sensores remotos para el área geotérmica de Paipa, Boyacá-Colombia. *Boletín de Geología*, 41(2), 71-88. <https://doi.org/10.18273/revbol.v41n2-2019004>
- Mejia Fragoso, J.C., Florez, M., Bernal Olaya, R. (2024). Predicting the geothermal gradient in Colombia: A machine learning approach. *Geothermics* 122. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2024.103074>
- Sandoval-Ruiz, R., Jerez-Mogollón, S., Perez-Carrillo, E., Suarez-Landazabal, D., Gomez-Moncada, R., Copete-Murillo, I., Perez-Consuegra., Mora, A., Sandoval-Muñoz, J., Mateus-Tarazona, D., Medoza-Blanco, C., Agudelo-Zambrano, M., Sanchez-Rueda, N., Muñoz-Mazo, E., Jerez-Arenas, S. (2026). Geothermal dynamics of Paleozoic sedimentary systems influenced by Precambrian basement highs and elevated hydrodynamic regimes in the Forebulge zone of the Llanos Basin, Colombia. *Geothermics* 134. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2025.103501>

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 26 de 34</p>
---	--	--

Tran, N., Fross, J., Mykleby, K., Roff, J., Teodoriu, C. (2020). The economics of Low Enthalpy Geothermal Resources: A Case Study for Small Heat Harnessing Concept in Oklahoma. 45th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering. SGP-TR-216. Stanford. California. USA.

Vieira, A., Alberdi-Pagola, M., Javed, S., Loverdig, F., Nguyen, F., Cecinato, F., Maranha, J., Prodan, I., Van Lysebetten, Ramalho, E., Salciarini, D., Georgiev, A., Rosin Paumier, S., Popov, R., Lenart, S., Erbs-Poulsen, S., Radioti, G. (2017). Characterisation of Ground Thermal and Thermo-Mechanical Behaviour for Shallow Geothermal Energy Applications. Energies 10: 2044 <https://doi:10.3390/en10122044>

ENTREGABLES

1. Informe Diagnostico de Compilación de información secundaria y actualización cartográfica

- 1.1. Revisión, diagnóstico y análisis del estado de la información de los componentes multimodales.
- 1.2. Set de mapas escala 1:50.000 del componente geológico, geomorfológico, estructural y componente hídrico y un mapa con posibles localizaciones para el levantamiento de las secciones litológicas del Neógeno-Cuaternario, todos los mapas deben tener su correspondiente capítulo con metodología, análisis y descripción de los resultados. La actualización cartográfica se debe realizar a partir de información secundaria, el análisis de imágenes satelitales libres y comerciales, y el procesamiento de Modelos Digitales de Terreno de alta resolución (10X10 m/píxel).
- 1.3. Inventario bibliográfico datos de hidrogeología de puntos de agua subterránea
- 1.4. Inventario bibliográfico datos régimen térmico regional de pozos de la industria petrolera
- 1.5. Campaña de socialización temprana para garantizar la autorización y facilitar las actividades de adquisición de información primaria.

2. Informe de Diagnostico Socioambiental

Un informe que integra los resultados de la identificación y el acercamiento a los principales actores sociales y ambientales presentes en la zona de estudio, con el propósito de socializar las actividades y alcances del proyecto. Este componente incluye la descripción de las acciones desarrolladas en el marco del diagnóstico socioambiental, identificando los principales conflictos sociales y ambientales, así como las posibles sinergias con iniciativas de transición energética asociadas al aprovechamiento de recursos geotérmicos de baja temperatura para uso directo como calefacción y refrigeración, sector agroindustrial, turismo y recreación, e industrial en el área de estudio. El informe debe incluir tres instancias de socialización: la primera, complementa las actividades de socialización temprana para la comunicación y autorización de las actividades del proyecto, la segunda de acompañamiento durante el levantamiento de datos en campo y la tercera para presentar los resultados alcanzados.

3. Informe de Adquisición de información primaria de campo

- 3.1. Planeación de actividades de campo para la adquisición de información primaria

- 3.2. Sondeo Superficial de Temperatura (SST): registro temperaturas A y B. (400 SST).
- 3.3. Campaña de muestreo y análisis fisicoquímico e hidrogeoquímico de agua. (200 muestras)
- 3.4. Campaña de muestro y análisis de isótopos estables de agua (40 muestras).
- 3.5. Campaña de muestreo y análisis fisicoquímico e hidrogeoquímico de agua - área de recarga de piedemonte (10 muestras).
- 3.6. Campaña de muestro y análisis de isótopos estables de agua - área de recarga de piedemonte (10 muestras).
- 3.7. Levantamiento de secciones litológicas Neógeno-Cuaternario, escala 1:20. (10 secciones)
- 3.8. Ensayos de infiltración (10 ensayos)
- 3.9. Ensayos hidráulicos (10 ensayos)
- 3.10. Sondeos Eléctricos Verticales (SEV), profundidad objetivo 300 m. (40 SEV)
- 3.11. Tomografías TEM multielectrónica, profundidad objetivo 300 m. (20 TEM)
- 3.12. Cierre transversal de actividades con una guía de entrega de información (anexos los registros diarios de Seguridad y Salud en el Trabajo y los registros diarios de adquisición)

4. Informe del modelo hidrogeológico conceptual

Informe del Modelo Geológico Conceptual para el área y periodo de estudio, compilando, analizando e integrando la información primaria obtenida en las labores de campo realizadas en la caracterización geológica y estructural, geofísica, unidades hidrogeológicas, identificación de zonas de recarga, tránsito y descarga, inventario de puntos de agua subterránea, descripción litológica de perforaciones – registros del nivel piezométrico y resultados de ensayos, información de la red piezométrica, resultados analíticos de pruebas de bombeo, los resultados de la caracterización de sistemas de flujo subterráneo, superficies piezométricas, información hidrogeoquímica determinaciones asociadas a la caracterización e interpretación de análisis isotópicos. El informe del Modelo Hidrogeológico Conceptual debe tener los capítulos integrados: geología y geomorfología, secciones litológicas, hidrología, inventario de puntos de agua subterránea, inventario de puntos de aguas termales, geofísica, hidrología, hidráulica e hidrogeología.

5. Informe del modelo geotérmico somero y modelo numérico de transferencia de calor

- 5.1. Inventario y diagnóstico de datos de BHT de pozos E&P con sub-tabulación específica para profundidades ≤ 500 m, información geológica y registro general del régimen térmico regional.
- 5.2. Set de mapas de temperatura a partir de SST escala 1:25.000 con su correspondiente capítulo de metodología y análisis.
- 5.3. Set de mapas de las condiciones térmicas superficiales, variabilidad climática y propiedades termo-físicas derivados de información secundaria y primaria escala 1:25.000 con su correspondiente capítulo de metodología y análisis.
- 5.4. Modelo Geotérmico Conceptual Somero en bloque diagrama 3D. Mínimo 6 secciones transversales y 3 secciones longitudinales. Mapa de gradiente térmico y mapa de flujo de calor (W/m^2).
- 5.5. Modelo numérico de transferencia de calor enfocado a obtener mínimo tres mapas de temperatura a diferentes profundidades de interés. Integración de la información técnica y

descripción de las metodologías implementadas, análisis de sensibilidad y ajustes de parámetros para los modelos.

6. Informe de evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo y áreas para proyectos piloto

- 6.1. Mapa del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico para uso directo clasificado en alto, medio y bajo con sistema de pesos y su correspondiente capítulo de metodología y análisis.
- 6.2. Evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo con la definición de áreas clasificadas con alto potencial con anexos de las fichas técnicas para cada área de interés de proyecto piloto para el desarrollo de comunidades energéticas.

7. Informe de prefactibilidad para implementación de proyectos piloto para desarrollo de Comunidades Energéticas

- 7.1. Análisis de la demanda energética, demanda de calor, uso del suelo y aplicaciones de uso directo del recurso geotérmico de baja temperatura con la matriz de actores y mapa social del área priorizada para Comunidades Energéticas.
- 7.2. Inventario y análisis de las tecnologías para instalaciones geotérmicas de uso directo aplicable a los pilotos en calefacción y refrigeración, sector agroindustrial, turismo y recreación, e industrial con estimación de costos referenciales para uso directo del recurso geotérmico de baja temperatura con alta eficiencia en sistemas de intercambio térmico.
- 7.3. Prefactibilidad técnica del piloto de bombas de calor geotérmicas en la zona del proyecto con metodologías de componente técnico, así como estimación CAPEX, OPEX, costo nivelado del calor (LCOH) y comparación con alternativas energéticas locales, así como las propuestas de términos de Referencia técnicos para la fase de implementación piloto.
- 7.4. Capítulo final integrador con recomendaciones orientado a la descripción de puntos críticos y toma de decisiones para el aprovechamiento sostenible del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo en el marco del desarrollo de comunidades energéticas.

8. Base de datos, sistema de información geográfica y transferencia de conocimiento

- 8.1 Base de Datos SQL Server y Proyecto GIS. Elaborar y entregar la base de datos SQL y archivo de copia de seguridad (backup) del proyecto los cuales deben contener toda la información recopilada y generada con compatibilidad para SQL Server Management Studio versión 19.0.2. Esta base de datos debe tener una versión de respaldo en formato Excel 2016 o más reciente.
- 8.2 Una jornada técnica de divulgación tipo workshop, dirigida a los profesionales y actores designados por la ANH, con el propósito de socializar los principales resultados de la evaluación del potencial del recurso geotérmico de baja temperatura para uso directo.

8.3 Se deberá presentar un póster y resúmenes ejecutivos en inglés para cada una de las actividades realizadas. Este texto será entregado a la ANH para fines de revisión y aprobación, sin que ello implique su divulgación o publicación por parte del ejecutor.

PERSONAL MINIMO REQUERIDO

A continuación, la tabla del personal mínimo con sus perfiles que la ANH exigirá para la ejecución del proyecto:

Perfil	Título Profesional	Posgrado	Experiencia profesional	Experiencia Específica	Cantidad	Dedicación
Director del proyecto	Profesional en Geología o Ingeniería Geológica o ingeniería geofísica o geofísica o geociencias	Maestría o doctorado en geología o geofísica o geotermia o áreas afines	Diez (10) años de experiencia profesional	Cinco (5) proyectos como director de proyectos de geología o geofísica.	1	100%
Coordinador de Campo	Profesional en Geología o Ingeniería Geológica o ingeniería geofísica o geofísica o geociencias		Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (5) proyectos como coordinador de proyectos de geología e hidrogeología	1	100%
Asesor en Hidrogeología	Profesional en Geología o Ingeniería Geológica o geociencias	Maestría o Doctorado en geología o en geociencias o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos como hidrogeólogo	1	100%
Asesor en Geotermia y Modelos numéricos	Profesional en Geología o Ingeniería Geológica o geociencias	Especialización Maestría o Doctorado en geotermia o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos como profesional en proyectos de exploración geotérmica con al menos un proyecto en sistemas conductivos y modelación numérica	1	100%
Asesor Sensores Remotos y SIG	Profesional en Geología o	Especialización Maestría o	Ocho (8) años de	Tres (3) proyectos como profesional de	1	100%

	Ingeniería Geológica o Ingeniería Catastral o Ingeniería Civil	Doctorado en Geomática o en sistemas de información geográfica o áreas afines	experiencia profesional	procesamiento e interpretación de imágenes de sensores remotos y SIG		
Profesional Ambiental y Gestión Social	Ingeniería Ambiental o Sanitaria, Antropología, Sociología, Trabajo Social, Geografía, Comunicación Social, Desarrollo Territorial	Especialización o Maestría o Doctorado en áreas relacionadas con la Ingeniería Ambiental o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos como profesional ambiental en proyectos de geociencias	1	100%
Líder componente Suelos	Ingeniería Civil o Ingeniería Ambiental o Ingeniería Química o Ingeniería Agrícola o Ingeniería Agronómica	Especialización o Maestría o Doctorado en Edafología o Geociencias o Ingeniería Agrícola o Agronomía o en Ingeniería Ambiental o ingeniería civil o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos como profesional en caracterización física y química de suelos.	1	100%
Líder componente Hidrólogo e Hidráulico	Ingeniería Civil o Ingeniería Ambiental o Ingeniería Sanitaria o Ingeniería Agrícola o Ingeniería Agronómica o Ingeniería Química o Geología o Geociencias o Ingeniería Geológica.	Especialización o Maestría o Doctorado en Recursos Hídricos o Hidráulicos o Hidrología o Hidrosistemas o Ingeniería Civil o ingeniería Ambiental o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) proyectos como profesional en proyectos de hidrología.	1	100%

Líder componente Hidrogeoquímica e Isotópica	Ingeniería Ambiental o Ingeniería Sanitaria o Ingeniería Química o Geología o Geociencias o Ingeniería Geológica.	Especialización o Maestría o Doctorado en Hidrogeología o Ingeniería Ambiental o Recursos Hidráulicos o Recursos Hídricos o Hidrosistemas o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) proyectos como profesional en caracterización Hidrogeoquímica.	1	100%
Líder componente adquisición e interpretación de TDEM y SEV	Profesional en Geología o Ingeniería Geológica o geociencias o geofísico.	Maestría o Doctorado en geología o geofísica o áreas afines	Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos como profesional en adquisición de datos geofísicos (TDEM y SEV)	1	100%
Líder componente Proyectos Energéticos	Profesional en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica Ingeniería Ambiental o Ingeniería Química o Geología o Geociencias o Ingeniería Geológica o Derecho o Economía	Especialización, Maestría o Doctorado en economía de proyectos, legislación minero energética o áreas afines	Cinco (5) años de experiencia profesional	Dos (3) proyectos como profesional en estrategias, implementación, diseño y/o factibilidad de proyectos energéticos	1	100%
Líder componente Proyectos Agroindustriales	Profesional en Ingeniería Ambiental o Ingeniería Agrónoma o Ingeniería Química o Agronomía o Geología o Geociencias o Ingeniería Geológica		Cinco (5) años de experiencia profesional	Dos (3) proyectos como profesional en estrategias, implementación, diseño y/o factibilidad de proyectos agroindustriales	1	100%

	AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO	ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 32 de 34
---	--	--

Asesor en Bombas de Calor	Profesional en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica Ingeniería Ambiental o Ingeniería Química o Geología o Geociencias o Ingeniería Geológica		Cinco (5) años de experiencia profesional	Dos (2) proyectos como profesional en implementación, diseño y/o factibilidad en proyectos de bomba de calor	1	100%
---------------------------	--	--	---	--	---	------

NOTA: El personal mínimo no incluye otro personal de apoyo necesario para la realización del proyecto. El posible contratista deberá contar con todos los profesionales necesarios para el cumplimiento de todas las actividades del proyecto.

LUGAR DE EJECUCION

Las actividades que demanden trabajo en oficina se desarrollarán en el lugar donde tenga jurisdicción el ejecutor. Las actividades de campo se desarrollaran en el área de interés en el departamento del Casanare en la cuenca de los Llanos Orientales. Sin embargo, el ejecutor deberá garantizar su asistencia a reuniones presenciales periódicas de seguimiento de avance en las instalaciones de la ANH en coordinación con la supervisión, en dado caso que esta última así lo solicite.

PLAZO DE EJECUCIÓN

El proyecto se realizará en el año 2026 con un plazo estimado de ejecución de 5 meses a partir de la suscripción del acta de inicio, sin que en ningún caso supere el 31 de diciembre del 2026.

PROPUESTA ECONÓMICA

Presentar un presupuesto detallado para el proyecto diligenciando el archivo Excel Anexo 1, el cual se compone de 1 hoja de cálculo que solicita el ingreso de los costos por producto solicitado.

El presupuesto tendrá vigencia 2026.

NOTA: Con el fin de poder realizar una comparación y consolidación real y objetiva, solicitamos NO modificar la Tabla del Presupuesto.

MIPYMES

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 33 de 34</p>
---	--	--

Por favor marcar con una X si el cotizante es o no MIPYME domiciliada en Colombia, observándose los rangos de clasificación empresarial establecidos, de conformidad con la Ley 590 de 2000 y el Decreto 1074 de 2015.

SI___ NO___

EMPRENDIMIENTOS Y EMPRESAS DE MUJERES:

Por favor marcar con una X si el cotizante es o no emprendimiento o empresa de mujeres, entendida esta cuando:

Más del cincuenta por ciento (50%) de las acciones, partes de interés o cuotas de participación de la persona jurídica pertenezcan a mujeres y los derechos de propiedad hayan pertenecido a estas durante al menos el último año.

Cuando por lo menos el cincuenta por ciento (50%) de los empleos del nivel directivo de la persona jurídica sean ejercidos por mujeres y éstas hayan estado vinculadas laboralmente a la empresa durante al menos el último año en el mismo cargo u otro del mismo nivel.

Se entenderá como empleos del nivel directivo aquellos cuyas funciones están relacionadas con la dirección de áreas misionales de la empresa y la toma de decisiones a nivel estratégico. En este sentido, serán cargos de nivel directivo los que dentro de la organización de la empresa se encuentran ubicados en un nivel de mando o los que por su jerarquía desempeñan cargos encaminados al cumplimiento de funciones orientadas a representar al empleador.

Cuando la persona natural sea una mujer y haya ejercido actividades comerciales a través de un establecimiento de comercio durante al menos el último año.

Para las asociaciones y cooperativas, cuando más del cincuenta por ciento (50%) de los asociados sean mujeres y la participación haya correspondido a estas durante al menos el último año.

SI___ NO___

PLAZO PARA SOLICITAR ACLARACIONES AL SONDEO DE MERCADO: Las firmas interesadas podrán formular observaciones y aclaraciones al presente documento al correo electrónico estudios.mercado@anh.gov.co, hasta el día **22 de mayo de 2026**.

ENTREGA DE INFORMACIÓN DEL SONDEO DE MERCADO: Las firmas invitadas deberán presentar la información solicitada en el presente sondeo de mercado al correo electrónico: estudios.mercado@anh.gov.co hasta el día **26 de mayo de 2026**.

Atentamente,

Maria Cristina Acosta Nuñez

MARIA CRISTINA ACOSTA NUÑEZ
Vicepresidenta Técnica
VICEPRESIDENCIA TÉCNICA

Anexos: Anexo 1 para la presentación de la propuesta económica

Aprobó: Hugo Hernán Buitrago Garzón – Gerente Gestión del Conocimiento € *HB*

Revisó: Johanna Milena Aragón Sandoval- GEstro T1 Grado 17 (E) *JH*

Proyectó: Paula Alexandra Arcila Gallego – Contratista / Componente Técnico *Paula Arcila*

Leily Johanna Candela Becerra – Contratista / Componente Técnico *GS*

César Augusto Suárez Herrera - Contratista / Componente Técnico *CASH*