



Al contestar cite Radicado 20242110456763 Id: 1625959

Folios: 19 Fecha: 2024-06-28 17:49:16

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 soportarán 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

I. NUMERO DE PROCESO DE COTIZACION:

II. DE LA NECESIDAD:

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 (DNP, 2022). En esta línea, el Ministerio de Minas y Energía-Minenergía, delegó en la Agencia Nacional de Hidrocarburos 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 de 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.

La canasta de generación eléctrica en Colombia actualmente se ve dominada por fuentes hidráulicas, seguida por la generación a partir de plantas térmicas. Ahora bien, en últimos años se ha evidenciado como la variabilidad de las condiciones atmosféricas y climáticas han afectado esta matriz generadora de energía eléctrica, generado así la necesidad de la descentralización de la generación de energía eléctrica a partir de estas dos tecnologías generadoras de electricidad.

Dentro de las energías renovables, la energía geotérmica en sus diferentes formas de aplicación es una de las más estables en el planeta, al depender del calor interno del planeta que se ha mantenido desde su formación hace ~4600 Ma. Las principales manifestaciones del potencial de este tipo de energía en una región son la actividad volcánica e hidrotermal, además de las nuevas fronteras en desarrollo para obtener este tipo de energía en cuencas sedimentarias. En este sentido, Colombia es un país con alto potencial geotérmico al poseer plays geotérmicos, tanto de ambientes volcánicos, como en cuencas sedimentarias ampliamente exploradas por la industria petrolera. Debido a esto, la Agencia Nacional de Hidrocarburos necesita iniciar los estudios pertinentes desde frentes paralelos que permitan reconocer los recursos geotérmicos del país en ambientes geológicos diversos, y explorar sus relaciones geológicas

Nuestro país se encuentra entre las regiones favorecidas para la explotación de la energía geotérmica debido a su ubicación geológica en una zona de bordes convergentes con vulcanismo reciente y actualmente activo. Además, los recientes avances de la tecnología para la producción de energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos de media a baja entalpía han hecho posible su explotación en cuencas sedimentarias donde la exploración petrolera ha adelantado el conocimiento geológico e infraestructura para dichos fines. Debido a las labores a cargo de la ANH, contamos con un amplio conocimiento de las cuencas sedimentarias y los cinturones plegados, contando con información geofísica, levantamientos geológicos, información de pozos, y otros insumos necesarios para adelantar las labores de evaluación de los recursos geotérmicos en el país.

La exploración geotérmica a nivel mundial se basa en múltiples fuentes de información geológica, geoquímica, geofísica e hidrogeológica; de las cuales resaltan los estudios de sensores remotos, geofísica somera, cartografía, pruebas de bombeo y análisis hidrogeoquímicos de geotermómetros. La energía geotérmica de baja entalpía consiste en aprovechar el calor subterráneo de baja temperatura para usos superficiales distintos a la generación eléctrica. En este caso se plantea la climatización como uso posible de esa energía. Este método ofrece ventajas técnicas significativas sobre los sistemas convencionales de calefacción y refrigeración, entre los que se encuentran una mayor eficiencia energética y una reducción considerable de las emisiones de CO₂.

Además, la geotermia de baja entalpía utiliza recursos térmicos disponibles de manera constante y renovable, disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles y contribuyendo a la mitigación (adaptación) del cambio climático.

En términos de eficiencia, los sistemas geotérmicos pueden alcanzar coeficientes de rendimiento superiores a los niveles tradicionales, lo que se traduce en menores costos operativos a largo plazo. Para las ciudades, donde la demanda energética y la huella de carbono son altas, la implementación de la geotermia de baja entalpía ofrece una solución viable y sustentable que mejora la calidad de vida en las ciudades y su huella ambiental.

Una de las características más relevantes que tienen los escenarios geotérmicos de baja y alta entalpía se relacionan con la presencia de manifestaciones superficiales (van der Meer, 2014) que permiten delimitar zonas potenciales de interés geotérmico y proporcionan indicadores de primer orden para entender la porosidad y permeabilidad de las estructuras de zonas someras del subsuelo (Rodríguez et al., 2023). Los sensores remotos multiespectrales, hiperespectrales y térmicos a bordo de diferentes tipos de plataformas como satelitales y aerotransportadas son un método de exploración indirecto que permiten una evaluación

eficiente en costo y tiempo para evaluar la superficie en zonas potenciales de interés con el fin de inferir procesos a nivel del subsuelo. Estas técnicas han sido ampliamente usadas para abordar diferentes fases de exploración y desarrollo de estudios geotérmicos tanto de baja como de alta entalpía, ya que permiten generar información de parámetros físicos de la superficie que incluyen la temperatura superficial, flujo de calor, mineralogía de alteración hidrotermal, mapeo estructural, análisis de vegetación y geobotánica, entre otros, los cuales en conjunto ayudan a identificar y evaluar evidencias superficiales relacionadas con este recurso.

La adquisición y posterior procesamiento de datos de sensores remotos arroja información relevante para el estudio de posibles áreas con potencial geotérmico. Estos datos de superficie ayudarán a comprender evidencias directas e indirectas relacionadas con la presencia de este recurso, y al ser analizados en conjunto con otros datos derivados desde otros métodos como la geofísica y la geoquímica, pueden contribuir a la zonificación y delimitación de nuevas áreas con alta potencialidad a este recurso.

III. OBJETO A CONTRATAR

Evaluación del potencial geotérmico cerca a grandes ciudades

IV. 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:

Identifique el o los Códigos UNSPSC:

SEGMENTO	FAMILIA	CLASE	PRODUCTO	NOMBRE
70	13	17	06	Ordenación de las cuencas hidrográficas
81	15	17	03	Estudios Geológicos
81	15	17	04	Exploración geológica
81	15	18	04	Estudios hidrológicos
81	15	19	01	Estudios geofísicos
81	15	19	02	Exploración geofísica
81	10	15	12	Servicios de Sistemas de Información geográfica (SIG)
81	15	16	04	Cartografía
81	15	16	03	Fotogrametría

Tabla 1: Códigos UNSPSC


V. ASPECTOS TÉCNICOS Y ACTIVIDADES A EJECUTAR:

Avenida Calle 26 N° 59 - 65 Piso 2

Edificio de la Cámara Colombiana de la Infraestructura

Bogotá D.C. - Colombia. Código postal: 111321

Teléfono: +57 (601) 593 17 17 - www.anh.gov.co

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 4 de 19</p>
---	--	--

a. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS:

1. Recopilación y revisión de información secundaria.

- El ejecutor deberá consultar en las bases de datos y enviar una solicitud formal de información como mínimo a las diferentes entidades con jurisdicción en las diferentes áreas de estudio, entre las que se encuentran
 - (Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)
 - Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)
 - Servicio Geológico Colombiano (SGC)
 - Secretarías de Ambiente
 - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM)
 - Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)

La información objeto de solicitud debe estar relacionada con estudios geológicos, geofísicos e hidrogeológicos existentes en el área de estudio. Adicionalmente, revisará información de datos de pozos de aguas subterráneas como estratigráficos y de hidrocarburos. Se incluye también la revisión de información de pruebas de bombeo para consultar parámetros hidráulicos como la conductividad hidráulica, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, radio de influencia, capacidad específica y rendimiento o producción específica.

- Recopilación de información hidrogeológica basado en el Modelo Hidrogeológico Conceptual del área de estudio identificando como mínimo: Principales Unidades Hidrogeológicas, identificación del área de recarga y su cuantificación, parámetros hidráulicos de las unidades hidrogeológicas, identificación de la profundidad y ubicación de los filtros de los diferentes puntos hidrogeológicos.
- Recopilación de datos históricos de temperatura e hidroquímicos (iones mayoritarios, metales y metaloides, CE, STD, pH, OR entre otros) de cada uno de los pozos de exploración y concesión de aguas subterráneas, así como de puntos hidrogeológicos que forman parte de las redes de seguimiento de los acuíferos por parte de las entidades ambientales competentes.
- Recopilar y evaluar los datos disponibles en el BIP-EPIS y otras fuentes, correspondientes a magnetotelúrica, sondeos eléctricos verticales, sísmica, registros de pozo, tomografías eléctricas, entre otros, que puedan ser integrados en el modelamiento regional.

2. Adquisición, procesamiento e interpretación de datos de sensores remotos

- Generar la cartografía de temperatura de superficie (Land Surface Temperature LST) desde un enfoque multisensor (Landsat -7,8,9-, ASTER, Sentinel 3) y multitemporal (mínimo 5 años), y productos de flujo de calor radiativo para cada área de interés a partir de sensores remotos térmicos satelitales y algoritmos de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI). Validación de resultados regionales sobre fechas recientes usando imágenes y fotogrametría visible y térmica mediante Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV) en mínimo 10 km² para cada área de estudio.
- Generar la cartografía de anomalías geobotánicas desde un enfoque multisensor (Landsat -7,8,9-, ASTER, Sentinel2) y multitemporal (mínimo 5 años) para el área de la Sabana de Bogotá a partir de sensores remotos multispectrales usando técnicas de PDI. Validación sobre fechas recientes usando mosaicos con canales en el VNIR de PlanetScope, y/o RapidEye en mínimo el 30% del área total (\approx 3125 km²).

3. Adquisición, procesamiento e interpretación de datos geofísicos

- Adquirir información de mínimo 50 sondeos eléctricos verticales (SEV's) y 10 tomografías eléctricas, para cada una de las áreas de estudio y cuya geometría de adquisición tenga como objetivo la caracterización geológica-geofísica de los primeros 200 metros de profundidad en las áreas donde se determinen las anomalías térmicas mediante la interpretación de datos de sensores remotos y las condiciones del terreno lo permitan.
- Realizar el procesamiento preliminar de los datos adquiridos para cada uno de los métodos mencionados a efectos de controlar la calidad del dato.
- Elaborar modelos unidimensionales de resistividad a partir del procesamiento de los datos de tomografía eléctrica y sondeos eléctricos verticales, realizando la correlación de los datos adquiridos con la caracterización del subsuelo reportada en el área de estudio de los sistemas acuíferos del Valle del Cauca y la Sabana de Bogotá.
- Realizar un modelo 3D, por cada área de estudio, con mínimo tres perfiles de resistividades del subsuelo por cada modelo y la implementación de un algoritmo de inversión 3D a partir de la adquisición, procesamiento e interpretación de datos de tomografías eléctricas y sondeos eléctricos verticales. En este modelo se debe establecer: geometría de cada una de las unidades geológicas, profundidad de techo y base de las unidades, discriminación de potenciales unidades impermeables, permeables y semipermeables, estructuras geológicas (discontinuidades, fallas, zonas fracturas, pliegues), entre otras propiedades de las formaciones geológicas presentes en el área.

- Realizar la interpretación geológica estructural y estratigráfica de los modelos obtenidos.

4. Evaluación Hidrogeoquímica


- Revisión de datos históricos de temperatura de puntos hidrogeológicos presentes en el área de estudio que permita identificar anomalías de temperatura en el agua subterránea.
- Muestreo y caracterización fisicoquímica de al menos 30 puntos por área, según los parámetros indicados en la tabla . Los puntos se determinarán en función a un análisis previo de información secundaria.
- Interpretación de datos primarios y reinterpretación de datos históricos hidroquímicos para determinar facies hidroquímicas, realizando diagramas de Gibbs en relación con Sodio (Na^+), diagrama Tnkm (Na K Mg), Diagrama ternario Tcsh ($\text{Cl-HCO}_3\text{-SO}_4$), Diagrama ternario Cl-B-Li, relación Cl/B, relación Cl- respecto a los iones mayoritarios, Diagrama de concentración de iones mayoritarios en función de la temperatura entre otros.
- Uso de geotermómetros (sílice y cationes) para la determinación de la temperatura a la cual se alcanza el equilibrio de las muestras seleccionadas.

5. Generación de un modelo geotérmico

- Generar un modelo geotérmico a partir de la información geológica, geofísica e hidrogeológica derivada de los modelos de resistividades generados, la adquisición, procesamiento e interpretación de datos de sensores remotos e hidrogeológicos y la demás integración de información recopilada.
- Evaluar las anomalías de resistividad y temperatura de superficie asociadas a posibles zonas de prospectividad geotérmica a lo largo de los modelos construidos.
- Presentar una categorización de dichas anomalías con respecto a su potencial prospectividad geotérmica integrando la información geológica disponible
- Evaluar los riesgos geológicos asociados a los distintos elementos del sistema geotérmico en las zonas identificadas con potencial de prospectividad geotérmica y proponer mecanismos para la mitigación de los riesgos identificados.

6. Diseño de un sistema de intercambio geotérmico

- Seleccionar la bomba de calor geotérmica adecuada para las necesidades identificadas de climatización, considerando las capacidades de calefacción y/o refrigeración requerida

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 7 de 19</p>
---	--	--

- Dimensionar el intercambiador geotérmico, que sea capaz de captar la energía del subsuelo, teniendo en cuenta la profundidad y el tipo de intercambiador (bucle cerrado o abierto)
- Determinar una configuración óptima de pozos y sondas, basado en los datos geológicos y el modelo geotérmico generado.
- Incluir un estudio económico para evaluar la inversión y los costos operativos. Considerar además el impacto ambiental y la eficiencia energética.

b. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto comprende las zonas definidas en la Figura 1, la cual cubre los sistemas acuíferos del Valle del Cauca y Sabana de Bogotá, definidos por el IDEAM en el año 2022. Estas zonas incluyen segmentos de la Sabana de Bogotá y del departamento del Valle del Cauca, al igual que relacionan parcialmente áreas de grandes ciudades como Jamundí, Cali, Palmira, Buga, Tuluá, Cartago, Pereira, Bogotá D.C, Fusagasugá, Soacha, Mosquera, Madrid, Facatativá, Chía y Zipaquirá, las cuales cuentan con poblaciones censadas de más de 100000 habitantes (Censo Nacional de Población y Vivienda 2018).

Avenida Calle 26 N° 59 - 65 Piso 2

Edificio de la Cámara Colombiana de la Infraestructura

Bogotá D.C. - Colombia. Código postal: 111321

Teléfono: +57 (601) 593 17 17 - www.anh.gov.co

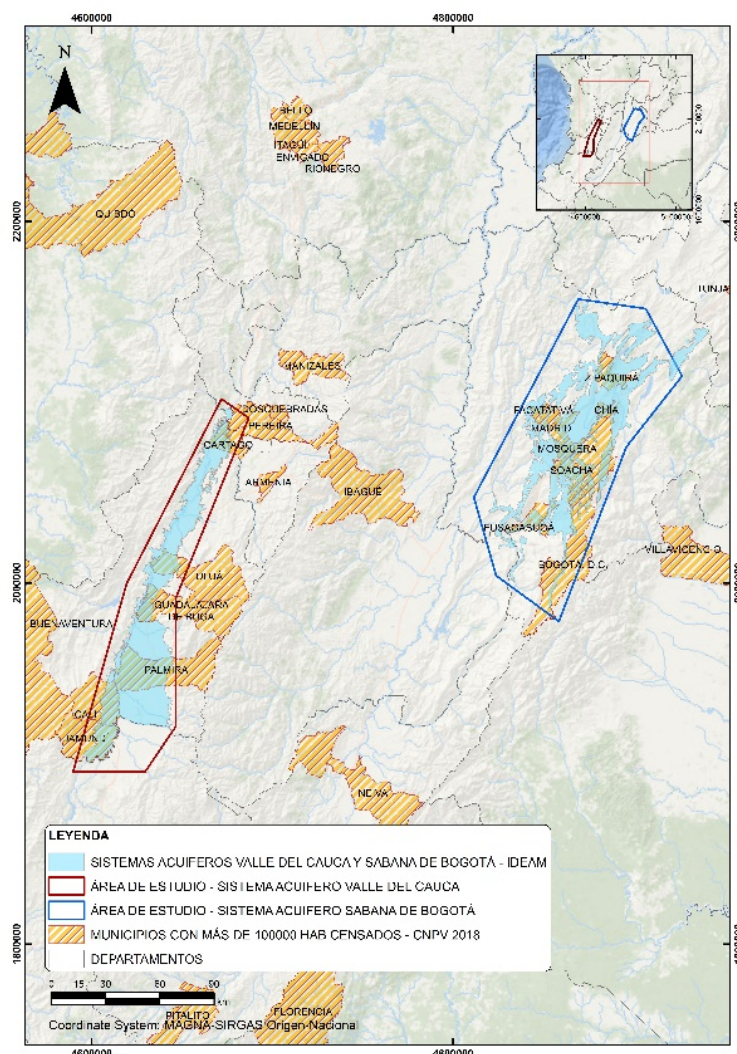


Figura 1. Áreas de estudio

c. METODOLOGÍA

1. Consulta, compilación, integración y análisis de información cartográfica, geológica, hidrogeológica y geofísica


Se deben consultar varias fuentes bibliográficas tales como Servicio Geológico Colombiano (SGC), Corporaciones Autónomas regionales (CAR), Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA),

Avenida Calle 26 N° 59 - 65 Piso 2

Edificio de la Cámara Colombiana de la Infraestructura

Bogotá D.C. - Colombia. Código postal: 111321

Teléfono: +57 (601) 593 17 17 - www.anh.gov.co

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 9 de 19</p>
---	--	--

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), universidades, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA), empresas consultoras y cualquier otra fuente de información disponible.


2. Inventario de disponibilidad de datos y cálculo de variables de superficie

- Consulta y diagnóstico de disponibilidad de datos de sensores remotos multiespectrales, y térmicos (Uso libre) sobre áreas de interés, y caracterización de las imágenes seleccionadas garantizando la calidad e integridad del dato en función de condiciones meteorológicas, exposición, sombras, estacionalidad del área de estudio. Las imágenes satelitales deben tener los píxeles de mejor calidad de los catálogos multiespectrales y térmicos consultados, y cumplir con condiciones mínimas de nubosidad (Scene Cloud Cover, Land Cloud Cover <15%).
- Pre-procesamiento de las imágenes seleccionadas que incluyan correcciones geométricas, radiométricas, atmosféricas y por emisividad en función del tipo de dato y/o sensor.
- Procesamiento para derivar la cartografía de temperatura de superficie (LST) multitemporal en series temporales y estimación de flujo de calor radiativo para las dos áreas de estudio. Debe incluir la corrección atmosférica y por emisividades para cada imagen usada.
- Procesamiento para derivar la cartografía multitemporal de anomalías geobotánicas a partir del análisis espectral multisensor.
- Consolidación de catálogo y repositorio con las imágenes utilizadas (Nativas y Pre-Procesadas) y las variables resultantes (Imágenes Procesadas) administradas por tipo de sensor en Bases de Datos Geográfica (Geodatabase), y administradas en directorios por tipo de sensor. (Aplica para desarrollos en escritorio y nube)

Nota: Toda metodología y producto orientado a la identificación específica de anomalías geobotánicas debe ser considerada en la propuesta únicamente para el área de estudio – Sistema acuífero Sabana de Bogotá.

Validación y Análisis de Resultados de Superficie

- Delimitación e identificación de zonas con anomalías térmicas permanentes y/o temporales utilizando análisis geoestadístico y espacial de series temporales de LST, y validación de datos de LST en fechas coincidentes con fechas de adquisición satelital mediante el uso de termografía UAV con sensores térmicos radiométricos en un área mínima de 10 km² por área de estudio.
- Delimitación y mapeo de zonas con anomalías geobotánicas permanentes y/o temporales mediante análisis espacial y geoestadístico de series temporales que incluya la identificación de perturbaciones, cambios o anomalías si las hubiese, y validación de resultados a partir del análisis multitemporal de mínimo 2 fechas diferentes con mosaicos de PlanetScope o RapidEye

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 10 de 19</p>
---	--	---

(imágenes de archivo con bandas RGB-NIR) en mínimo el 30% del área total de la Sabana de Bogotá para analizar las características estructurales, texturales y biofísicas de la vegetación relacionadas con estrés vegetal.

- Informes técnicos con los principales resultados de los procedimientos y flujos metodológicos de análisis y validación aplicados.
- Consolidación de catálogo y repositorio de resultados de la validación, administradas en Bases de Datos Geográficas (Geodatabase) y directorios por sensor. Para datos multidimensionales entrega de archivos en formato Cloud Raster Format (CRF) o formatos compatibles de WebMapping, imágenes UAV térmicas radiométricas individuales (con geotags), y mosaico térmico radiativo ortorrectificado con las correcciones que apliquen.

Nota: Toda metodología orientada a la identificación específica de anomalías geobotánicas debe ser considerada en la propuesta únicamente para el área de estudio – Sistema acuífero Sabana de Bogotá.

3. Metodología para la adquisición, procesamiento e interpretación de datos geofísicos

Realizar un estudio geofísico representativo del área de estudio del proyecto, en el cual se deben realizar como mínimo 50 sondeos eléctricos verticales y 10 tomografías eléctricas, por cada área de estudio, cuya geometría de adquisición y localización deben ser compartidos y definidos en conjunto y aprobados por parte de la supervisión del contrato.

4. Evaluación Hidrogeológica

Con base en la información secundaria recolectada e integrando de la información primaria obtenida en las labores de campo si aplica, presentar las principales unidades hidrogeológicas, se identifiquen las áreas de recarga y se cuantifique la recarga potencial de las mismas. A su vez se presenten 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 del proyecto.

5. Evaluación Hidrogeoquímica

Adquisición de Información Secundaria

Consultar y datos históricos de temperatura de puntos hidrogeológicos presentes en el área de estudio que permita identificar anomalías de temperatura en el agua subterránea.

Consultar y datos históricos de datos hidroquímicos Recopilación de datos históricos (iones mayoritarios, metales y metaloides, CE, STD, pH, OR entre otros) de los puntos hidrogeológicos identificados con anomalías de temperatura o de interés geotérmico.

Muestreo y caracterización fisicoquímica

Muestreo y caracterización fisicoquímica de al menos 30 puntos hidrogeológicos (pozos, alijos y/o manantiales) por área, según los parámetros indicados en la tabla 2. Los puntos se determinarán en función a un análisis previo de información secundaria que presenten anomalías térmicas y/o sean de interés geotérmico.

PARÁMETROS	UNIDADES
Generales	
Conductividad eléctrica	($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Potencial Oxido Reducción (Eh)	mV
pH	Unidades de pH
Sólidos Disueltos Totales (SDT).	mg/L
Temperatura.	($^{\circ}\text{C}$)
Sílice	mg/L
Cationes	Unidades
Amonio (NH_4^+)	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	Unidades
Cloruro (Cl^-)	mg/L
Sulfato (SO_4^{--})	mg/L
Carbonato (CO_3^{--})	mg/L
Bicarbonato (HCO_3^-)	mg/L
Cianuro (CN^-)	mg/L
Sulfuro (S^{2-})	mg/L
Fluoruros (F^-)	mg/L
Fosfatos (PO_4)	mg/L
Metales y Metaloides	Unidades
Aluminio (Al)	mg/L
Arsénico (As)	mg/L
Boro (B)	mg/L
Bario (Ba)	mg/L
Berilio (Be)	mg/L
Bromo (Br)	mg/L
Cadmio (Cd)	mg/L
Cinc (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 (Au)	mg/L
Plomo (Pb)	mg/L
Selenio (Se)	mg/L
Yodo (I)	mg/L
Vanadio (V)	mg/L

Tabla 2: Parámetros Fisicoquímicos objeto de caracterización fisicoquímica de agua

Fuente ANH, 2024

Análisis de Resultados

- Interpretación de datos primarios y reinterpretación de datos históricos hidroquímicos para determinar facies hidroquímicas, realizando diagramas de Gibbs en relación con Sodio (Na⁺), diagrama Tnkm (Na K Mg), Diagrama ternario Tcsh (Cl-HCO₃-SO₄), Diagrama ternario Cl-B-Li, relación Cl/B, relación Cl- respecto a los iones mayoritarios, Diagrama de concentración de iones mayoritarios en función de la temperatura entre otros.


- Uso de geotermómetros (sílice y cationes) para la determinación de la temperatura a la cual se alcanzó el equilibrio de las muestras seleccionadas.

- Mapa de distribución de la temperatura en función a las unidades hidrogeológicas objeto de estudio.

d. PRODUCTOS

- 1. El informe de recopilación y revisión de información de geología, geofísica e hidrogeología,** debe presentar por área de estudio descripción de las unidades litoestratigráficas-hidrogeológicas, profundidades de techo y base de las unidades geológicas, espesores promedio y extensión lateral de las unidades litológicas, fronteras permeables, impermeables y semipermeables, comportamiento hidrogeológico del área de estudio identificando áreas y cantidades de recarga, el basamento hidrogeológico, junto a principales acuíferos, acuitardos y acuíclados, propiedades hidráulicas, datos históricos de temperatura e hidroquímicos, cortes y/o perfiles transversales que permitan identificar la secuencia estratigráfica del área y los estilos estructurales del área de estudio.

Para unidades geológicas fracturadas identificadas en el área de influencia, se debe realizar una descripción geológica que identifique lineamientos, fallas y fracturas indicando: buzamiento y orientación, espesor, permeabilidad, presencia de brechas, entre otras características,

	<p style="text-align: center;">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS</p> <p style="text-align: center;">FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 13 de 19</p>
---	--	---

estableciendo su comportamiento como barrera de baja o alta permeabilidad o condición preferencial de flujo. Se deben determinar las unidades con mayor potencial hidrogeológico a su vez aquellas que actúan como sellos describiendo su espesor y continuidad lateral.

2. Se describen a continuación los productos asociados a las actividades relacionadas con sensores remotos y estos deberán hacerse para cada área de estudio.

- Informe técnico de los inventarios y diagnósticos de datos de sensores remotos. Debe incluir en detalle las características de los datos adquiridos, descripción de las técnicas y algoritmos de pre-procesamiento (corrección geométrica, radiométrica, atmosférica) aplicadas por tipo de dato y sensor usado, y estado del arte de metodologías aplicadas para el cálculo de variables temáticas de temperatura, flujo de calor y geobotánica.
- Mapas y cartografía temática: dos (2) Cartografía de temperatura de superficie LST multitemporal y dos (2) flujo de calor, uno (1) cartografía geobotánica multitemporal, y tres (3) de cartografía con resultados de validación.
- Informe técnico con flujos metodológicos para el análisis de los resultados a escala regional, y descripción detallada de resultados, procesos de adquisición/procesamiento de datos de mayor resolución, y de flujos de trabajo de validación de resultados para cada variable generada.

3. Se describen a continuación los productos asociados a las actividades relacionadas con Adquisición, procesamiento e interpretación de datos geofísicos

- Realizar un estudio geofísico representativo del área de estudio del proyecto, en el cual se deben realizar como mínimo 50 sondeos eléctricos verticales y 10 tomografías eléctricas, por cada área de estudio, cuya geometría de adquisición y localización deben ser compartidos y definidos en conjunto y aprobados por parte de la supervisión del contrato.
- Informe de Geofísica. Debe contener como mínimo parámetros de adquisición, descripción de los métodos geofísicos, los equipos empleados y su montaje, justificando su selección y localización según las condiciones geológicas, estructurales y de anomalías térmicas de superficie particulares de cada área. Interpretación y correlación de unidades geológicas con sus respectivos valores de resistividades obtenidas respecto a las unidades litoestratigráficas presentes y reportadas en las áreas de estudio. Deberá incluir un capítulo con los resultados y la interpretación geológica.
- Mapa con la distribución espacial de los puntos de medición y captura de datos geofísicos, en cada área. Se debe suministrar tanto los datos de campo, incluyendo un informe por área con análisis de certidumbre de resultados, evaluación de la calidad y procesamiento inicial de los datos adquiridos e identificación de posibles estaciones problemáticas en el posterior procesamiento y análisis de los datos.

- Modelo 1D y 3D, con mínimo tres perfiles de interpretación, para cada área de estudio. En este modelo se debe establecer la interpretación geológica estructural y estratigráfica, geometría de cada una de las unidades geológicas, profundidad de techo y base de las unidades, discriminación de potenciales unidades impermeables, permeables y semipermeables, estructuras geológicas (discontinuidades, fallas, zonas fracturas, pliegues), entre otras propiedades de las formaciones geológicas presentes en el área.
- Mapas de la distribución de resistividades a diferentes profundidades (50, 100, 150 y 200 metros)

4. Se describen a continuación los productos asociados a las actividades relacionadas con Evaluación hidrogeológica e hidrogeoquímica

- Muestreo y caracterización fisicoquímica de al menos 30 puntos por área, según los parámetros indicados en la tabla 2. Los puntos se determinarán en función a un análisis previo de información secundaria.
- Informe Hidrogeológico donde se presenten por cada una de las áreas de estudio: principales unidades hidrogeológicas, se identifiquen las áreas de recarga y se cuantifique la recarga potencial de las mismas. A su vez se presenten 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 del proyecto. Deberá incluir como mínimo un mapa de profundidad de los pozos (puntos hidrogeológicos) estudiados, y un mapa de distribución de propiedades hidráulicas.
- Informe del estudio hidroquímico donde se presente, por cada una de las áreas de estudio, la identificación de anomalías de temperatura y las relaciones interparamétricas entre los parámetros químicos de interés geotérmico (primarios y reinterpretados) y determinación de la temperatura de equilibrio. Deberá incluir como mínimo un mapa de distribución de los parámetros químicos de interés geotérmico y un mapa de distribución de la temperatura en función a las unidades hidrogeológicas por área. Adicionalmente, deberá detallar la metodología de muestreo, procesamiento y caracterización fisicoquímica de los puntos hidrogeológicos seleccionados.

Nota: Es importante que, a la hora de mapear propiedades hidráulicas, químicas y físicas medidas en pozos, se debe garantizar que los niveles muestreados sean correlacionales para mapear propiedades de mismas unidades.

5. Se describen a continuación los productos asociados a las actividades relacionadas con la generación del modelo geotérmico

- Modelo geotérmico que represente el componente litológico e hidrogeológico del área, incluyendo las características estructurales y resaltando las anomalías de temperaturas de superficie, conductividad, resistividad, composición química del agua, y zonas de interés geotérmico.
- Representar los resultados por medio de perfiles geológicos para visualizar los cuerpos o anomalías identificados (mínimo dos por área de estudio).
- Evaluación por cada área de estudio de los resultados de los modelos geológicos generados comparándolos con los modelos geológicos – estructurales existentes, señalando las similitudes y diferencias, así como sus implicaciones en la historia geológica de la zona de estudio.
- Informe que presente una descripción por área de estudio de las características del modelo geotérmico, incluyendo una categorización de las anomalías encontradas respecto a su potencial de prospectividad geotérmica. Deberá considerar además los riesgos geológicos asociados a los elementos del sistema geotérmico, y proponer mecanismos para la mitigación de los riesgos identificados.

6. Se describen a continuación los productos asociados a las actividades relacionadas con el diseño de un sistema de intercambio geotérmico

- Informe que relacione las siguientes actividades por cada una de las áreas de estudio:
 - Descripción general del planteamiento del sistema de intercambio geotérmico para el sistema geotérmico objetivo, donde se especifique la ubicación y se expliquen las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones de bomba de calor geotérmica seleccionada para la propuesta.
 - Información sobre los fundamentos técnicos del terreno donde se propone instalar el sistema, dando información sobre las propiedades térmicas del subsuelo
 - Diseño y dimensión del intercambiador geotérmico
 - Determinación de la configuración óptima de pozos y sondas, con detalles sobre la perforación, a partir de la consideración de parámetros para diferentes tipos de diseños, en cuanto a eficiencia, beneficios, dificultades y costos.
 - Recomendaciones para la puesta en marcha y el mantenimiento del sistema
 - Estudio económico y ambiental de la propuesta.

7. Informe final

- Informe que recopile los antecedentes, metodología detallada (adquisición de datos, preprocesamiento, procesamiento, inversión, análisis, tratamiento de datos, interpretación), y los resultados obtenidos en este proyecto incluyendo ambas áreas de estudio..
- Resumen ejecutivo del proyecto en idioma inglés mínimo 20 páginas
- Presentación ejecutiva del proyecto en idioma inglés y español mínimo 30 diapositivas
- Proyecto GIS con todos los datos geospaciales usados y generados en el proyecto, y catálogo/repositorio que incluyan imágenes seleccionadas, preprocesadas, procesadas y de resultados temáticos por tipo de sensor, para datos térmicos por UAV imágenes individuales corregidas con geotags, proyectos fotogramétricos, mosaicos corregidos y diccionario de datos asociado.

Nota 1: Se entiende que cada producto debe hacer parte integral del informe final del proyecto (el informe final contendrá un resumen ejecutivo en idioma inglés), incluyendo los anexos que se generen de cada producto y proyectos SIG con los respectivos archivos de geodatabase en ArcGIS versión 10.7 o superior, asociadas con la información generada en el proyecto, y la base de datos en formato SQL Server 2016 R2, sobre el sistema Operativo Windows Server 2014 Standard (o versión más reciente). Se deberán entregar todos los productos en formato ASCII y grids 3D que puedan ser leídos en otros programas como Petrel o similar

La ANH supervisará eventualmente (3 días cada mes durante la ejecución del proyecto) las actividades técnica, social y ambiental en las labores de campo y para esto el Contratista debe proporcionar al supervisor del contrato el transporte terrestre dentro del área de trabajo que facilite su supervisión.

PERSONAL MÍNIMO

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

RECURSO HUMANO	CANTIDAD	PERFIL PROFESIONAL	DEDICACIÓN %	EXPERIENCIA PROFESIONAL	EXPERIENCIA ESPECÍFICA
Geólogo	2	Geólogo o Ingeniero Geólogo	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) años o 5 proyectos deben comprobar experiencia en proyectos asociados a la interpretación de datos geofísicos
Geofísico	2	Profesional en Ciencias de la Tierra, Geofísico,	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Tres (3) proyectos o dos (2) años de adquisición y procesamiento de datos

		Ingeniero o Físico.			de Sondeos Eléctricos Verticales, y Tomografías Eléctricas
Profesional GIS	2	Ingeniero Catastral o Geodesta, Geólogo, Ingeniero Geólogo	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) años o 5 proyectos deben comprobar experiencia en proyectos asociados a Procesamiento de Imágenes, administración de datos espaciales y cartografía digital.
Hidrogeólogo	3	Geólogo, Ingeniero Geólogo, Civil, Ambiental, Agrícola	100%	Ocho (8) años de experiencia profesional	Cinco (5) años o cinco (5) proyectos deben comprobar experiencia en proyectos asociados de hidrología e hidrogeoquímica
Ingeniero	1	Ingeniero Civil, ambiental, geólogo, físico	50%	Mínimo 10 años de experiencia general en el ejercicio de su profesión	Tres (3) años o dos (2) proyectos deben comprobar experiencia en proyectos asociados al diseño y desarrollo de sistemas geotérmicos.

Tabla 3: Personal Mínimo Sugerido

TIEMPO DE EJECUCIÓN

El proyecto se ejecutará en 4 meses, y en todo caso no podrá superar el 15 de diciembre de 2024.

LUGAR DE EJECUCION:

La ejecución del presente contrato tendrá una fase de campo, en las zonas indicadas anteriormente. La fase de ofician se llevará a cabo en Bogotá D.C. o en las instalaciones del contratista.

PROPUESTA ECONÓMICA:

Adjunto se presenta el formato de propuesta económica. Este debe ser diligenciado integralmente y no debe ser modificado en cantidades ni especificaciones de cada producto o actividad solicitados. Dicho valor será presentado en pesos colombianos y debe tener incluido todos los costos directos e indirectos de todas las actividades necesarias para la ejecución del contrato, con sus respectivas tasas e impuestos, con vigencia durante el año 2024.


MIPYMES:

Avenida Calle 26 N° 59 - 65 Piso 2

Edificio de la Cámara Colombiana de la Infraestructura

Bogotá D.C. - Colombia. Código postal: 111321

Teléfono: +57 (601) 593 17 17 - www.anh.gov.co

	AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO	ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 18 de 19
---	--	--

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 compañías interesadas podrán formular observaciones y aclaraciones al presente documento al correo electrónico estudios.mercado@anh.gov.co antes del día 4 de julio de 2024.

ENTREGA DE INFORMACIÓN DEL SONDEO DE MERCADO: Las compañías interesadas deberán presentar la información solicitada en el presente sondeo de mercado al correo electrónico:

Avenida Calle 26 N° 59 - 65 Piso 2

Edificio de la Cámara Colombiana de la Infraestructura

Bogotá D.C. - Colombia. Código postal: 111321

Teléfono: +57 (601) 593 17 17 - www.anh.gov.co

estudios.mercado@anh.gov.co hasta el día 11 de julio de 2024.

Maria Cecilia Ruiz

Maria Cecilia Ruiz Cardona
Vicepresidencia Técnica (e)
C.C. 43.996.511

Anexo: Uno (1) archivo tipo Excel – Tabla de Propuesta Económica

Aprobó: N/A

Proyectó: Juan Carlos Ramírez/ Contrato 111 de 2024/ Componente Técnico.

Juan Pablo Malagón/ Contrato 100 de 2024/ Componente Técnico. *JPM*

Nicolas Gómez Gonzales/ Contrato 089 de 2024/ Componente Técnico. *NGG*

Nicolas Carrero Barbosa/ Contrato 073 de 2024/ Componente Técnico. *NCB*

Cesar Suárez Herrera/ Contrato 096 de 2024/ Componente Técnico. *Cash*

Johana Nevito/ Contrato 101 de 2024/ Componente Técnico. *JNV*