



Al contestar cite Radicado 20262210388433 Id: 2106669
Folios: 43 Fecha: 14-05-2026 19:54:25
Anexos: 1 ARCHIVOS INFORMÁTICOS (PDF, WORD, EXCEL, PPT, ZIP)
Remitente: VICEPRESIDENCIA TECNICA
Destinatario: OFICINA ASESORA JURIDICA

SONDEO DE MERCADO

La ANH adelanta 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. En caso de que su empresa se encuentre interesada en participar, agradecemos remitir la información solicitada conforme a los parámetros establecidos a continuación.

NOTA 1: La Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, aclara que ni el envío de la presente comunicación ni la respuesta a esta generan compromiso u obligación alguna de contratar, toda vez que no se está formulando invitación para participar en un concurso o proceso de selección. En ese sentido, se reitera que únicamente se está realizando un sondeo de mercado, del cual eventualmente podrá derivarse un proceso de selección orientado a la celebración de un contrato que permita la ejecución del proyecto.

I. NUMERO DE PROCESO DE COTIZACION:

II. DE LA NECESIDAD

La Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, en el marco de sus competencias misionales y de las nuevas responsabilidades asociadas a la transición energética justa, así como de sus funciones relacionadas con la generación, e integración de información técnica y geocientífica del subsuelo, 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 geotérmico de baja y media entalpía para usos directos del calor.

De conformidad con los lineamientos nacionales de transición energética y con la necesidad de diversificar la matriz energética del país, resulta prioritario fortalecer el conocimiento sobre alternativas que permitan reducir la dependencia de combustibles fósiles, mejorar la eficiencia energética, disminuir emisiones, aprovechar de manera responsable el conocimiento del subsuelo y generar soluciones energéticas con enfoque territorial. En este contexto, la geotermia de baja y media entalpía constituye una alternativa relevante, dado que permite el aprovechamiento directo del calor del subsuelo en aplicaciones productivas, institucionales, comunitarias, turísticas, agroindustriales e industriales de baja y media temperatura.

La contratación está enmarcada dentro del proyecto de inversión denominado “Desarrollo de comunidades energéticas en zonas de influencia hidrocarburífera a nivel nacional” con código BPIN: 202500000025188

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 2 de 43</p>
---	--	---

vigencia 2026 – 2029 dentro del cual se plantea como objetivo general aumentar el acceso a energía limpia, asequible y sostenible a comunidades 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°, idem).

En ese sentido, la ANH debe incorporar el desarrollo de proyectos de investigación científica, técnica, tecnológica y de innovación, relacionados con estudios geológicos, geofísicos, geoquímicos, geomáticos, ambientales, ingeniería de petróleos, observación de la tierra, entre otros. En el marco de la hoja de ruta para usos directos del calor geotérmico, estos estudios permitirán identificar brechas de información y necesidades analíticas asociadas a la caracterización del recurso, tales como propiedades térmicas y petrofísicas de rocas, geoquímica de aguas y gases, conductividad térmica, porosidad, permeabilidad y calidad de los fluidos geotérmicos. Con esto, el proyecto podrá orientar el fortalecimiento de la red nacional de laboratorios mediante la definición de capacidades y servicios especializados requeridos para futuras fases de evaluación geotérmica en Colombia.

La atención de esta necesidad requiere 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 Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y de Transición Energética. Así mismo, la inversión en estudios regionales y en la adquisición, procesamiento y análisis de nuevos datos e información adquiridos por firmas consultoras, empresas especializadas, operadores, proveedores tecnológicos, entidades técnicas, grupos e Institutos de investigación adscritos a universidades y centros especializados aportan en conjunto al fortalecimiento del conocimiento y exploración de energías renovables y fuentes de energía de bajas emisiones en Colombia.

Dicho lo anterior, el país requiere avanzar en el conocimiento y evaluación de diferentes parámetros y procesos del subsuelo para la definición de nuevas oportunidades energéticas, para lo cual es necesario invertir en estudios enfocados en determinar nuevas características del subsuelo, e integrarlos y fortalecerlos con la información que históricamente la ANH ha adquirido.

Como parte de las estrategias de descarbonización de la industria energética, el recurso geotérmico hace 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 a nivel mundial se basa en múltiples fuentes de información geológica, geoquímica, geofísica e hidrogeológica.

En este sentido, la contratación se enmarca en la necesidad de estructurar una hoja de ruta nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor, con enfoque territorial y de comunidades energéticas, especialmente en zonas de interés del país influenciadas por actividades de exploración y producción de hidrocarburos de la ANH. Dichas zonas resultan estratégicas por la disponibilidad histórica de información geocientífica, conocimiento del subsuelo, presencia institucional, infraestructura de referencia y dinámicas productivas que pueden contribuir a la identificación de oportunidades térmicas y beneficios territoriales.

En este sentido, el proyecto se orienta exclusivamente al análisis de oportunidades de geotermia de baja y media entalpía para usos directos del calor, considerando cuatro grupos funcionales: i) calefacción y enfriamiento; ii) agricultura, acuicultura y agroindustria; iii) procesos industriales de baja y media temperatura; y iv) baños termales, bienestar y recreación.

Colombia cuenta con información geológica, geofísica, hidrogeológica, geoquímica, térmica, territorial, productiva, ambiental, social y energética proveniente de fuentes oficiales, académicas, sectoriales y técnicas; sin embargo, dicha información se encuentra dispersa y requiere ser integrada, analizada y organizada de manera sistemática para orientar decisiones de política pública, planeación energética y estructuración de proyectos. En particular, se requiere conectar el conocimiento preliminar del recurso geotérmico con la demanda de calor existente o potencial, los usuarios territoriales, las aplicaciones viables, las restricciones ambientales y sociales, las condiciones de mercado, los modelos de negocio y los mecanismos habilitantes para su implementación progresiva.

La necesidad que se pretende atender radica en que Colombia aún no cuenta con una hoja de ruta nacional específica para el despliegue de los usos directos del calor geotérmico de baja y media entalpía. Si bien existen avances en el conocimiento del recurso geotérmico y en la identificación general de zonas con potencial, se requiere avanzar hacia una visión aplicada que permita responder preguntas clave como: ¿dónde existe demanda de calor aprovechable? ¿qué sectores podrían beneficiarse?, ¿qué aplicaciones son compatibles con los rangos de temperatura disponibles?, ¿qué territorios presentan condiciones favorables?

Así mismo, persisten barreras normativas e institucionales, así como desafíos relacionados con los modelos de negocio que podrían viabilizar proyectos y los pilotos que podrían madurarse en el corto, mediano y largo plazo. Adicionalmente, la transición energética justa demanda que las soluciones energéticas no se limiten a grandes desarrollos centralizados, sino que también promuevan alternativas territoriales, distribuidas, productivas y comunitarias. En este contexto, los usos directos del calor geotérmico pueden contribuir a mejorar procesos agroindustriales, reducir costos energéticos en actividades productivas, apoyar soluciones de climatización y agua caliente, fortalecer el turismo termal, habilitar usos térmicos en equipamientos institucionales y generar oportunidades para comunidades energéticas, siempre que exista una adecuada articulación entre recurso, demanda, territorio, capacidades locales, financiación y gobernanza.

La ejecución de esta consultoría contribuye el fortalecimiento de la capacidad institucional de la ANH para consolidar información estratégica sobre el potencial geotérmico de baja y media entalpía la identificación de oportunidades territoriales para usos directos del calor y la formulación de instrumentos técnicos orientados al desarrollo de proyectos de transición energética y comunidades energéticas en el país

Por lo anterior, se requiere contratar una consultoría que permita estructurar la hoja de ruta nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor. Esta consultoría deberá desarrollar, entre otros aspectos, el diagnóstico indicativo de demanda de calor, el diagnóstico técnico preliminar del recurso geotérmico, la evaluación multimodal de factibilidad espacial y territorial, el emparejamiento recurso–demanda–aplicación, el análisis técnico-económico preliminar, la priorización de zonas y oportunidades, la estructuración conceptual de proyectos, el desarrollo de casos de negocio y pilotos, la formulación de recomendaciones de política pública y normativa, la definición del plan de implementación, la consolidación de resultados en un geovisor compatible con el portal de la ANH y la transferencia de conocimiento a profesionales de la entidad y actores que esta considere pertinentes.

La ejecución de este proyecto permitirá a la ANH contar con insumos técnicos, económicos, territoriales, ambientales, sociales e institucionales para orientar la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de la geotermia de baja y media entalpía en el país. Asimismo, contribuirá a fortalecer el rol de la entidad en la generación de conocimiento para la transición energética, el aprovechamiento responsable de la información del subsuelo y la identificación de oportunidades que puedan beneficiar a sectores productivos, comunidades energéticas, entidades territoriales y usuarios potenciales de calor.

En consecuencia, la consultoría resulta necesaria para cerrar brechas de información, estructurar una visión nacional de implementación, identificar oportunidades tangibles y priorizadas, formular recomendaciones habilitantes y establecer una ruta progresiva que permita avanzar desde el diagnóstico y la planeación estratégica hacia fases posteriores de prefactibilidad, factibilidad, financiación, implementación piloto, monitoreo y eventual escalamiento de soluciones de uso directo del calor geotérmico en Colombia, fortaleciendo la planeación sectorial, la toma de decisiones basadas en evidencia y el aprovechamiento eficiente de la información técnica del subsuelo en el marco de la transición energética del país.

III. OBJETO A CONTRATAR

Contratar una consultoría para estructurar la hoja de ruta nacional orientada al aprovechamiento de los usos directos del calor geotérmico de baja y media entalpía en Colombia, con enfoque territorial y de comunidades energéticas, mediante la identificación, análisis, evaluación y priorización de oportunidades en zonas de interés priorizadas por la ANH.

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:

SEGMENTO	FAMILIA	CLASE	NOMBRE
71	00	00	Servicios de Minería, Petróleo y Gas
71	15	13	Servicios de Geología
80	11	16	Servicios temporales de investigación y desarrollo
80	12	17	Servicios de asesorías de relaciones comunitarias

80	10	16	Gerencia de Proyectos
81	00	00	Servicios basados en ingeniería, investigación y tecnología
81	10	17	Servicios de Información Geográfica (SIG)

Para la participación en el eventual proceso de selección, los proponentes individuales deberán encontrarse inscritos, clasificados y calificados en el Registro Único de Proponentes (RUP) en al menos uno de los códigos UNSPSC anteriormente señalados. En caso de estructuras plurales, cada uno de sus integrantes deberá cumplir individualmente con dicha condición.

V. ACTIVIDADES GENERALES POR DESARROLLAR

1. Conocer y cumplir a cabalidad la minuta del contrato, el pliego de condiciones incluyendo sus adendas, formatos y anexos la propuesta presentada por el contratista y el contrato, para realizar la ejecución con eficiencia y eficacia, en la forma y plazo pactado.
2. No acceder a peticiones o amenazas de quienes actúen por fuera de la ley con el fin de obligarlo a hacer u omitir algún acto o hecho, informando inmediatamente a LA ENTIDAD, y demás autoridades competentes cuando se presenten tales peticiones o amenazas.
3. Asumir el pago de salarios, prestaciones e indemnizaciones de carácter laboral del personal que contrate para la ejecución del contrato, lo mismo que el pago de honorarios, los impuestos, gravámenes, aportes y servicios de cualquier género que establezcan las leyes colombianas y demás erogaciones necesarias para la ejecución del contrato. Es entendido que todos estos gastos han sido estimados por el CONTRATISTA e incluidos en su oferta.
4. Cumplir cabalmente con sus obligaciones de aportes a los sistemas de salud, riesgos profesionales, pensiones y cajas de compensación familiar, SENA e ICBF y parafiscales cuando haya lugar a ello, de conformidad con las normas y reglamentos vigentes que rigen la materia.
5. Responder por los documentos físicos o magnéticos elaborados o entregados con ocasión de la ejecución del contrato, así como responder por la seguridad y el debido manejo de los documentos y registros propios de la entidad para que reposen en la dependencia correspondiente.
6. Mantener vigente los mecanismos de cobertura del riesgo previstos por el Decreto 1082 de 2015, por el tiempo pactado en el contrato, así como de las modificaciones que se presenten en la ejecución del mismo.
7. Suministrar oportuna y completamente a la supervisión del contrato toda la información que le sea solicitada para verificar el correcto y oportuno cumplimiento de las obligaciones que contrae, de acuerdo con los artículos 4º y 5º de la Ley 80 de 1993.
8. Acatar y aplicar de manera diligente las observaciones y recomendaciones impartidas por el supervisor del contrato.
9. Asistir a las reuniones que sean convocadas por el supervisor y por la entidad a través de éste, para revisar el estado de ejecución del contrato, el cumplimiento de las obligaciones a cargo del contratista o cualquier aspecto técnico referente al mismo.
10. Presentar los informes sobre la ejecución del contrato que le sean solicitadas por el supervisor.

11. Mantener informada a la ANH a través del supervisor, sobre el estado financiero y la ejecución presupuestal de cada gasto (si la hubiere) con su respectivo soporte y el avance del contrato.
12. Presentar oportunamente las facturas, los soportes correspondientes y demás documentos necesarios para los pagos pactados en el contrato.
13. Responder ante las autoridades competentes por los actos u omisiones que ejecute en desarrollo del contrato, cuando en ellos se cause perjuicio a la administración o a terceros.
14. Pagar a la ANH todas las sumas y costos que la misma deba asumir, por razón de la acción que contra ella inicien terceros que hayan sufrido daños por causa del contratista, durante la ejecución del contrato.
15. Reparar los daños e indemnizar los perjuicios que cause a la ANH con ocasión del incumplimiento de las obligaciones contractuales o por hechos atribuibles al contratista su personal, subcontratistas o proveedores durante la ejecución del contrato. En caso de reclamaciones, demandas, acciones judiciales o extrajudiciales presentadas por terceros contra la ANH por hechos imputables al contratista, este deberá asumir, a su costa, todas las medidas necesarias para la defensa de los intereses de la entidad y mantenerla indemne frente a cualquier condena, costo o gasto que se genere con ocasión de dichas actuaciones. En caso de que la ANH asuma directamente algún pago derivado de tales situaciones, podrá repetir contra el contratista y compensar los valores correspondientes con las sumas adeudadas a este, sin perjuicio de las demás acciones legales a que haya lugar.
16. Cumplir con la aplicación al Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo, y HSE respecto de los sistemas integrados de gestión y calidad de la Agencia y seguridad de la información, normas relacionadas con la gestión ambiental, uso de los recursos naturales, el transporte, el manejo de mercancías peligrosas, residuos sólidos, líquidos y la contaminación atmosférica y las demás normas que las rigen o modifiquen, cuando aplique.
17. Cumplir con los requerimientos establecidos por el área financiera de la ANH para efectos de la presentación de facturas relacionadas con la forma de pago descrita en el presente documento.
18. Garantizar durante la ejecución del contrato la permanencia de las condiciones que dieron lugar a la obtención del puntaje adicional en la evaluación de la oferta, relacionadas con vinculación de personal con discapacidad y/o emprendimientos y empresas de mujeres, cuando aplique. Para tal efecto, el contratista deberá aportar, con cada solicitud de pago, los documentos que acrediten el mantenimiento de dichas condiciones. La verificación correspondiente estará a cargo del supervisor del contrato. La disminución injustificada de las condiciones acreditadas para la obtención del puntaje adicional podrá constituir incumplimiento contractual y dar lugar a la aplicación de las medidas previstas en el contrato y en la normatividad vigente.
19. Cumplir a cabalmente y dentro de los tiempos establecidos en el cronograma aprobado, cada una de las actividades y fases previstas para la ejecución del contrato, conforme al alcance del objeto contractual. La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) no reconocerá costos asociados a tiempos de inactividad imputables al contratista.
20. Ejecutar el contrato con plena autonomía técnica y administrativa y bajo su propia responsabilidad, por lo tanto, no existirá ningún tipo de subordinación ni vínculo laboral alguno entre el contratista, los subcontratistas y LA ANH, así como tampoco existirá, entre esta última y las personas que el contratista vincule para el desarrollo del contrato.

21. Dotar a todo el personal que intervenga en la ejecución de las actividades enmarcadas en el objeto contractual, de elementos de protección personal y seguridad industrial de acuerdo con la normatividad vigente que regule la materia.
22. Informar oportunamente a la entidad sobre cualquier irregularidad, novedad o anomalía que se presente en la ejecución del contrato. No acudir a prácticas que signifiquen competencia desleal, de conformidad con las disposiciones vigentes sobre la materia.
23. Atender las solicitudes de la supervisión del contrato con respecto a la información que se le requiera al contratista, la cual deberá ser entregada en el tiempo y forma requerida.
24. Entregar los productos y demás entregables objetos del contrato en los plazos establecidos contractualmente y conforme al cronograma aprobado por la supervisión, cumpliendo las condiciones técnicas y de calidad exigidas por la ANH.
25. Obrar con lealtad y buena fe en las distintas etapas contractuales.
26. Mantener actualizado su domicilio y presentarse a la entidad para tratar los asuntos relacionados con la ejecución del contrato, durante su vigencia.
27. Las demás obligaciones inherentes a la naturaleza del contrato y necesarias para el cumplimiento adecuado del objeto contractual.
28. Guardar estricta reserva y confidencialidad sobre la información, documentos, bases de datos, análisis, estudios y demás información conocida con ocasión de la ejecución del contrato, absteniéndose de divulgarla o utilizarla para fines distintos a los previstos contractualmente, salvo autorización previa y expresa de la ANH o requerimiento legal.
29. Los estudios, documentos, informes, cartografía, bases de datos, modelos, aplicativos, desarrollos tecnológicos, análisis, resultados y demás productos elaborados en ejecución del contrato serán de propiedad de la ANH, quien podrá utilizarlos, reproducirlos, modificarlos y disponer de ellos para fines institucionales, sin perjuicio del reconocimiento de los derechos morales de autor a que haya lugar conforme a la normatividad vigente.

VI. ASPECTOS Y ACTIVIDADES TÉCNICAS A EJECUTAR

El presente proyecto tiene como finalidad estructurar una hoja de ruta nacional, de carácter estratégico y técnico-preliminar, para el aprovechamiento de recursos geotérmicos de baja y media entalpía mediante usos directos del calor. Para ello, se integrará la identificación y caracterización de la demanda de calor, la evaluación preliminar del recurso geotérmico, el análisis territorial de oportunidades, la estructuración técnica y evaluación técnico-económica de potenciales proyectos, así como la formulación de recomendaciones de política pública y el desarrollo de herramientas para la gestión, visualización y divulgación de resultados. Metodológicamente, la consultoría se desarrollará bajo una lógica progresiva de maduración de oportunidades, articulando recurso, demanda, territorio, mercado y entorno habilitante. Este enfoque es consistente con hojas de ruta de otros países y con el enfoque de ESMAP (2022) que plantea que los usos directos geotérmicos requieren conectar el recurso con la demanda y el mercado, preparar proyectos viables y avanzar por etapas desde el reconocimiento inicial hacia mayores niveles de madurez.

El alcance del proyecto será nacional, con énfasis en las zonas de influencia de actividades de exploración y producción de hidrocarburos y en el aprovechamiento de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) en el marco de comunidades energéticas. Para efectos de priorización, se considerarán como áreas de énfasis los

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 8 de 43</p>
---	--	---

departamentos de Arauca, Casanare, Córdoba, Putumayo, La Guajira, Meta, Santander y Sucre (Figura 1). En estos departamentos deberán priorizarse los casos de estudio que serán objeto de análisis técnico-económico y estructuración conceptual de proyectos de usos directos del calor geotérmico, conforme a lo establecido en el Capítulo 6 de las fases técnicas de la consultoría. No obstante, el análisis deberá mantener una lectura nacional e incorporar aquellas áreas del país donde la información geocientífica disponible, la infraestructura existente, las dinámicas productivas, la demanda de calor y las condiciones territoriales permitan reconocer oportunidades preliminares para usos directos del calor geotérmico. Esta aproximación permitirá integrar el conocimiento del subsuelo con las necesidades térmicas de los territorios y con posibles esquemas productivos, institucionales o comunitarios, de manera que la priorización de oportunidades contribuya a la reducción de emisiones, la diversificación energética territorial, el fortalecimiento de economías locales, el uso eficiente de la energía (Lund, 2010; ESMAP, 2022) y la consolidación de comunidades energéticas.

Figura 1. Mapa con alcance nacional de la hoja de ruta y de Zonas de interés de la ANH para análisis priorizado



Fuente: ANH

Así las cosas, para efectos del presente proyecto, los usos directos del calor geotérmico se entenderán como aplicaciones en las que el calor del subsuelo se utiliza en procesos que requieren calor en los ámbitos productivo, comunitario, institucional, residencial, comercial, turístico, agroindustrial e industrial y sus aplicaciones incluyen, entre otras, calefacción, enfriamiento, agricultura, acuicultura, agroindustria, procesos industriales de baja y media temperatura, balneología, bienestar, turismo y recreación (Lindal, 1973; Lund, 2010; ESMAP, 2022). Si bien los rangos de temperatura asociados a la baja, media y alta entalpía pueden variar según el autor (Moeck, 2014), para efectos prácticos de esta consultoría se adoptará como referencia la clasificación de Williams (2011), que considera recursos de baja temperatura los menores a 90 °C, de media temperatura entre 90 y 150 °C, y de alta temperatura por encima de 150 °C, así como el diagrama de Lindal (1973) para relacionar dichos rangos de temperatura del recurso con aplicaciones potenciales de uso directo.

1. FASES TÉCNICAS DE LA CONSULTORÍA

Metodológicamente, la consultoría deberá desarrollarse bajo un enfoque progresivo de maduración de oportunidades, articulando el recurso geotérmico, la demanda territorial de calor, las aplicaciones potenciales, las condiciones de mercado y entorno habilitante. Esta aproximación es necesaria porque los usos directos del calor geotérmico comprenden aplicaciones con requerimientos térmicos y condiciones de viabilidad distintas (Lund y Freeston, 2001; Lund, 2010). Es por esto que la hoja de ruta deberá traducir los diagnósticos realizados en una visión, acciones estratégicas, condiciones habilitantes, actores, horizontes de implementación y proyectos susceptibles de maduración siguiendo una lógica similar a la planeación empleada en mapas de ruta para usos directos del calor geotérmico realizados en otros países (SENER-IMP, 2018; ESMAP, 2022).

NOTA 2: El alcance de la consultoría se enfocará en el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía para usos directos del calor, considerando aplicaciones en: i) calefacción y enfriamiento; ii) agricultura, acuicultura y agroindustria; iii) procesos industriales de baja y media temperatura; y iv) baños termales, bienestar y recreación. Se excluyen análisis de generación eléctrica por alta entalpía, cogeneración, coproducción con hidrocarburos, aguas coproducidas y reconversión de pozos petroleros.

1. Marco estratégico, conceptual y metodológico de la hoja de ruta

Este componente constituye el punto de partida estratégico, conceptual y metodológico de la consultoría. Su propósito es definir el alcance, la visión, los principios orientadores, los referentes técnicos, los criterios aplicables y la lógica de maduración de la hoja de ruta nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor.

La hoja de ruta deberá entenderse como un instrumento de planificación estratégica que permita pasar del diagnóstico técnico y territorial a la definición de acciones, actores, prioridades y horizontes de implementación. En este sentido, la hoja de ruta no deberá limitarse a inventariar recursos o demandas, sino a conectar el conocimiento del subsuelo, la demanda territorial de calor, las aplicaciones productivas, las condiciones de mercado, el entorno habilitante y la maduración progresiva de las oportunidades. Este enfoque es consistente con ESMAP (2022), que organiza el desarrollo de usos directos alrededor del emparejamiento entre recurso y mercado, el entorno habilitante y la preparación de proyectos y con IRENA e IGA (2023), que resaltan la necesidad de mejorar los marcos habilitantes, reducir riesgos tempranos, fortalecer capacidades e integrar la geotermia con sectores de uso final.

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

1.1. Marco estratégico, alcance y visión de la hoja de ruta

- Definir el propósito estratégico de la hoja de ruta. El consultor deberá precisar cómo el aprovechamiento de usos directos del calor geotérmico puede aportar a la transición energética justa, la diversificación y eficiencia energética, el uso estratégico del conocimiento del subsuelo, la reducción de emisiones, el desarrollo productivo territorial y la consolidación de comunidades energéticas.

1.2. Marco conceptual y referencial de usos directos geotérmicos

- Construir el marco conceptual y referencial mediante la revisión y sistematización de referentes nacionales e internacionales sobre usos directos del calor geotérmico, geotermia de baja y media entalpía, geotermia somera, comunidades energéticas, modelos de implementación, regulación, financiación, factores de éxito, acciones habilitadoras y etapas de maduración.
- Definir y acotar los grupos funcionales de aplicación, diferenciando calefacción y enfriamiento, agricultura, acuicultura y agroindustria, usos industriales y procesos térmicos de baja y media temperatura, y baños termales, balneología, bienestar, turismo y recreación, incluyendo su clasificación por rangos de temperatura con base en referentes como el diagrama de Lindal (1973), ESMAP (2022) y experiencias comparadas.
- Identificar oportunidades de aprovechamiento secuencial del calor, especialmente en zonas donde una misma fuente de calor pueda atender usos con diferentes requerimientos de temperatura.

1.3. Marco metodológico, criterios aplicables y lógica de maduración

- Definir la metodología general con la que se desarrollará la hoja de ruta y los criterios que permitirán pasar de información dispersa a oportunidades evaluables, comparables y priorizables. El consultor deberá establecer cómo se integrarán el diagnóstico del recurso geotérmico, el diagnóstico de demanda de calor, la evaluación territorial, el emparejamiento recurso-demanda-aplicación, el análisis técnico-económico, la priorización y estructuración conceptual de oportunidades, los casos de negocio, las recomendaciones habilitantes y la visualización de resultados.
- Definir criterios aplicables al contexto colombiano para clasificar aplicaciones, comparar zonas y orientar la maduración de oportunidades. Como mínimo, estos criterios deberán incluir rango de temperatura, tipo de recurso, tipo de aplicación, demanda de calor, cercanía entre recurso y usuario, escala de consumo, continuidad operativa, infraestructura disponible, restricciones territoriales, condiciones sociales, potencial de comunidades energéticas, entorno normativo, nivel de incertidumbre y madurez de la oportunidad

2. Diagnóstico indicativo de demanda de calor para actividades relacionadas con usos directos

El diagnóstico indicativo de demanda de calor constituye un insumo estratégico para la hoja de ruta nacional, en la medida en que el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos requiere la coincidencia entre un recurso térmico disponible, una demanda cercana, un usuario identificable, un rango de temperatura compatible, una escala de consumo suficiente, continuidad operativa y condiciones económicas que favorezcan su implementación (ESMAP, 2022). En esta fase se deberá identificar, caracterizar, estimar y georreferenciar la demanda de calor existente o potencial en función de sus condiciones productivas, energéticas o territoriales que puedan presentar oportunidades relevantes para este estudio. Para esto el análisis deberá enfocarse en sectores, actividades y procesos que utilizan calor como insumo energético, tomando como referencia la CIU Rev. 4 A.C. (DANE, 2022), y los grupos funcionales de usos directos definidos para la consultoría: i) calefacción y enfriamiento; ii) agricultura, acuicultura y agroindustria; iii) usos industriales y procesos térmicos de baja y media temperatura; y iv) baños termales, balneología, bienestar y recreación. El diagnóstico deberá reconocer que en Colombia la demanda de calor puede estar asociada principalmente a procesos productivos y de servicios, tales como secado, deshidratación, lavado, pasteurización,

	<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 43</p>
---	--	--

precalentamiento, evaporación, acuicultura, turismo termal, agua caliente sanitaria, refrigeración por absorción y usos en cascada, entre otros.

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

2.1. Identificación y clasificación de sectores con demanda de calor

- Identificar y clasificar los sectores, subsectores y actividades económicas que utilizan calor como insumo energético en procesos productivos, comerciales, institucionales, comunitarios, turísticos o industriales, y que puedan tener compatibilidad preliminar con aplicaciones de uso directo geotérmico de baja y media entalpía.

2.2. Caracterización de procesos con demanda de calor, rangos de temperatura y línea base energética

- Caracterizar los procesos con demanda de calor asociados a los sectores identificados, precisando el tipo de calor requerido, su función dentro del proceso, el rango de temperatura necesario, la continuidad de la demanda y su compatibilidad preliminar con recursos geotérmicos de baja y media entalpía. El consultor deberá considerar procesos como secado, deshidratación, pasteurización, evaporación, cocción, lavado, precalentamiento, esterilización, climatización, agua caliente sanitaria, refrigeración por absorción, calefacción de invernaderos, calentamiento de suelos, acuicultura, piscicultura, piscinas termales, spas, curado de concreto, secado industrial, calentamiento de digestores, secado de lodos y usos en cascada, entre otros que se identifiquen durante el diagnóstico.
- Elaborar un diagrama de Lindal local adaptado a Colombia, en el que se relacionen los rangos de temperatura con los sectores CIU, procesos térmicos, grupos funcionales de uso directo y aplicaciones potenciales.

2.3. Línea base energética de los procesos con demanda de calor

- Establecer una línea base energética preliminar de dichos procesos, identificando, cuando la información lo permita, las fuentes energéticas utilizadas, los equipos asociados, la eficiencia estimada, el costo energético indicativo, el nivel de dependencia de combustibles fósiles y las condiciones preliminares para una posible sustitución por calor geotérmico.

2.4. Estimación y espacialización preliminar de la demanda de calor

- Esta actividad consiste en estimar la magnitud preliminar de la demanda de calor asociada a los sectores, procesos y territorios identificados. La estimación deberá permitir comparar demandas entre sectores, actividades y zonas geográficas. La demanda deberá expresarse en unidades energéticas comparables, tales como kWh/año, MWh/año, GJ/año, TJ/año o MWt, y, cuando la información lo permita, deberá diferenciar entre:
 1. **Consumo energético actual**, entendido como la energía final actualmente consumida por el proceso;

2. **Calor útil requerido**, entendido como el calor efectivamente requerido por el proceso térmico;
3. **Demanda de calor potencialmente sustituible**, entendida como la porción que podría ser cubierta por geotermia de baja o media entalpía bajo condiciones técnicas compatibles.

- Clasificar la demanda según su comportamiento temporal, diferenciando demandas continuas, diarias, estacionales, intermitentes o mixtas, dado que esta condición incide directamente en la viabilidad preliminar de los usos directos geotérmicos. La espacialización deberá realizarse a escala nacional, departamental, municipal o puntual, según la disponibilidad de información, e incluir, cuando aplique, clústeres agroindustriales, corredores industriales, zonas turísticas, centros termales, equipamientos públicos, hoteles, parques industriales, zonas francas, centros logísticos, zonas de acuicultura, áreas agrícolas con procesos térmicos e infraestructura de referencia de interés para la ANH.
- Construir una base de datos georreferenciada compatible con SIG, que incluya como mínimo a nivel de atributos el sector, actividad, clasificación CIIU, grupo funcional de uso directo, proceso térmico, rango de temperatura, fuente energética actual, demanda de calor estimada, unidad de medida, localización, usuario ancla potencial, fuente de información, método de estimación, supuesto aplicado, nivel de incertidumbre, nivel de confiabilidad y observaciones metodológicas.

2.5. **Análisis descriptivo, clasificación de oportunidades de demanda y brechas de información**

- Interpretación integrada de los resultados del diagnóstico de demanda de calor. El consultor deberá identificar cuáles sectores, territorios, procesos y usuarios presentan mayor interés estratégico para ser contrastados con el recurso geotérmico en las fases siguientes.

3. **Diagnóstico técnico preliminar del recurso geotérmico y ruta de evaluación progresiva**

El objetivo de esta fase es establecer una línea base técnica del recurso geotérmico de baja y media entalpía en Colombia que permita reconocer dónde existe información suficiente, dónde hay señales preliminares favorables, cuáles zonas presentan alta incertidumbre y qué estudios se requieren para avanzar hacia fases posteriores de evaluación. El resultado de este apartado no será una estimación definitiva del potencial geotérmico ni una declaración de viabilidad de proyectos, sino un diagnóstico técnico que ordene la evidencia disponible y la convierta en insumos útiles para el análisis territorial, el emparejamiento recurso-demanda-aplicación y la priorización de oportunidades.

Para esto, el consultor deberá integrar información geológica, geofísica, hidrogeológica, geoquímica, estructural, geotérmica y de subsuelo, incluyendo manifestaciones termales, datos de pozos, datos de gradiente geotérmico y flujo de calor, características físicas de roca, e información técnica relevante desde fuentes de datos oficiales tales como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), ANH, Corporaciones Ambientales, IDEAM, operadoras, academia o desde bibliografía especializada cuando sea posible. Esta integración deberá permitir interpretar el recurso de manera técnica preliminar considerando el tipo de sistema, la calidad de la evidencia, los controles geológicos e hidrogeológicos, la incertidumbre y las condiciones que podrían limitar o favorecer su aprovechamiento. Esto alineado con Moeck (2014) que señala que los recursos geotérmicos deben ser analizados en función de los controles geológicos, hidrogeológicos, estructurales y de transferencia de calor ya que estos condicionan el tipo de *play*, la estrategia de exploración y el aprovechamiento del recurso.

En esta fase se deberá entregar una clasificación preliminar del recurso geotérmico diferenciando recursos someros, manifestaciones termales, acuíferos profundos, zonas con gradiente o flujo de calor favorable, sistemas conductivos en cuencas sedimentarias y áreas con posible control estructural o hidrogeológico. Cuando la información lo permita, dicha clasificación deberá relacionar temperatura estimada, profundidad, tipo de recurso, evidencia disponible, incertidumbre y posibles aplicaciones de aprovechamiento de la temperatura del recurso usando el diagrama de Lindal y los referentes de usos directos como guías operativas para identificar compatibilidad preliminar. En esta fase también se deberá producir una ruta de evaluación progresiva del recurso, diferenciando qué se puede concluir con la información existente y qué estudios adicionales se requieren para reducir incertidumbre, con el fin de orientar el avance desde el reconocimiento documental y regional hacia etapas posteriores de prefactibilidad, factibilidad, diseño, monitoreo, implementación o descarte, según el tipo de recurso, el nivel de información disponible, los riesgos técnicos y la madurez de cada oportunidad.

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

3.1. Compilación, inventario y evaluación de información geocientífica disponible

- Organizar la información, preferiblemente bajo una lógica de componentes que condicionan el funcionamiento del sistema geotérmico, diferenciando variables asociadas a fuente de calor, permeabilidad y fluidos, tal como se utiliza en enfoques de tipo Play Fairway Analysis (PFA) adaptados a geotermia de baja y media entalpía en función de la disponibilidad de información. En el componente de fuente de calor se deberán considerar gradientes geotérmicos, flujo de calor, temperatura de fondo de pozo (BHT), temperatura de manifestaciones termales, temperatura estimada a profundidad, geotermometría, información de alteración hidrotermal, calor radiogénico, profundidad de basamento, espesor sedimentario, entre otros. En el componente de permeabilidad deberán incluirse como mínimo fallas, lineamientos, intersecciones estructurales, zonas de fracturamiento, sismicidad, tendencia a dilatación o deslizamiento, litología, porosidad, permeabilidad, espesor de unidades objetivo y propiedades de reservorio cuando esté disponible la información, entre otros. Finalmente, en el componente de fluidos se deberán integrar como mínimo disponibilidad del recurso hídrico, análisis de precipitaciones, datos de caudales, nivel freático, recarga, descarga, gradiente hidráulico, temperatura y datos fisicoquímicos de aguas, pH, salinidad, relaciones iónicas, zonas de surgencia y continuidad hidrogeológica, entre otros. Esta organización recoge la estructura física usada por Chapman et al. (2025) para evaluar favorabilidad geotérmica de baja temperatura en regiones con información limitada, y es coherente con las mejores prácticas de PFA sintetizadas por Pauling et al (2023), donde las capas de evidencia se agrupan principalmente en calor, permeabilidad y fluidos.

3.2. Caracterización preliminar y clasificación del recurso geotérmico

- Transformar la información geocientífica inventariada en capas, indicadores y modelos espaciales comparables para clasificar preliminarmente el recurso geotérmico de baja y media entalpía. Para ello, el consultor deberá aplicar procesos de depuración, homologación espacial, normalización, reclasificación, interpolación, análisis de densidad, proximidad, superposición ponderada, análisis

multicriterio u otros métodos técnicamente justificados, según la escala, resolución, cobertura y confiabilidad de los datos disponibles. El análisis podrá tomar como base la lógica de componentes del Play Fairway Analysis tal como se plantea en Pauling et al. (2023) y en la adaptación de Chapman et al. (2025) para recursos de baja temperatura en regiones con información limitada, sin embargo, no deberá restringirse a una única metodología ni a una suma ponderada simple, pudiendo incorporar enfoques multicriterio, ponderación experta, análisis jerárquico combinado (AHP), pesos de evidencia (WoE), análisis de sensibilidad, modelos híbridos u otros cuando las condiciones de información lo justifiquen. No obstante, la selección del método de modelamiento debe tener justificación técnica y contar con la aprobación de la supervisión por parte de ANH.

3.3. Identificación de zonas prospectivas, brechas y riesgos técnicos

- Identificar y documentar las zonas con mayor favorabilidad técnica preliminar para el aprovechamiento de recursos geotérmicos de baja y media entalpía, a partir de los resultados del análisis geoespacial y del modelamiento preliminar del recurso técnico para cada uno de los dominios geológicos (cuencas sedimentarias, macizos, cadenas volcánicas, otros). La delimitación de estas zonas deberá sustentarse en la convergencia de evidencias asociadas a fuente de calor, permeabilidad y fluidos, diferenciando si la señal proviene de datos directos, información interpretada o inferencias regionales.
- Para cada dominio geológico se debe elaborar una ficha técnica que incluya localización, tipo de recurso esperado, temperatura estimada, profundidad aproximada, evidencia térmica, evidencia hidrogeológica o estructural, disponibilidad potencial de fluidos, condiciones de permeabilidad, continuidad del sistema, nivel de confianza e incertidumbre, brechas de información y aplicaciones preliminarmente compatibles con los rangos tipo Lindal. Este enfoque deberá evitar que una anomalía térmica, una manifestación superficial o un gradiente favorable sean tratados automáticamente como oportunidad viable, ya que la favorabilidad técnica depende de la consistencia entre calor, acceso al recurso, circulación de fluidos y condiciones de aprovechamiento, en línea con la lógica de favorabilidad y confianza planteada en PFA por Pauling et al. (2023).
- Realizar un ranqueo técnico preliminar de las zonas prospectivas, diferenciando las áreas con mayor soporte geocientífico de aquellas que requieren validación adicional. Para cada zona prospectiva, el consultor deberá identificar las brechas y riesgos técnicos que condicionan su maduración. Las brechas deberán señalar vacíos de información, baja confiabilidad de los datos, limitaciones en cobertura espacial de los datos, entre otros.

3.4. Ruta de evaluación progresiva del recurso geotérmico

- Definir una ruta por etapas para avanzar en la evaluación del recurso geotérmico de baja y media entalpía, según el tipo de recurso identificado, la calidad de la información disponible, el nivel de incertidumbre y las brechas técnicas reconocidas. La ruta deberá diferenciar, cuando aplique, recursos someros, manifestaciones termales, acuíferos profundos, sistemas conductivos en cuencas sedimentarias y zonas con posible control estructural o hidrogeológico, evitando aplicar un único esquema de evaluación a recursos con condiciones técnicas distintas.
- Indicar los estudios requeridos, las variables críticas por confirmar, los productos esperados y los criterios técnicos de avance. Esta ruta deberá orientar el paso desde el reconocimiento documental y

regional hacia etapas posteriores de validación, prefactibilidad, factibilidad, diseño conceptual, monitoreo, implementación o descarte, alineado con la guía IGA (2014), que plantea que la exploración debe reducir progresivamente la incertidumbre del recurso mediante técnicas adecuadas al contexto geológico, especialmente sobre temperatura, profundidad, productividad, sostenibilidad, química y condiciones del reservorio. La ruta técnica deberá precisar los estudios mínimos necesarios antes de avanzar hacia análisis técnico-económicos o estructuración de proyectos y deberá indicar cómo se actualizará el potencial técnico aprovechable a medida que se incorporen nuevos datos.

4. Entorno habilitante, capacidades nacionales y análisis del mercado

Este componente busca evaluar las condiciones habilitantes requeridas para el desarrollo de proyectos de usos directos del calor geotérmico en Colombia, considerando capacidades técnicas, institucionales, empresariales, académicas, financieras, regulatorias, territoriales y comunitarias, abordando la cadena de valor necesaria para pasar de oportunidades preliminares a proyectos estructurados, financiables, operables y escalables. Según ESMAP (2022) el desarrollo de usos directos geotérmicos depende de cuatro dimensiones habilitantes que incluyen conocimiento geotérmico, políticas de apoyo, marco legal e institucional, y aceptación social con consulta local.

Para ello, el consultor deberá estudiar tres bloques principales: i) entorno habilitante, entendido como el conjunto de condiciones normativas, institucionales, financieras, técnicas, sociales y territoriales que permiten formular, autorizar, financiar e implementar proyectos. ii) capacidades nacionales, entendidas como las competencias, actores, infraestructura, conocimiento, talento humano y servicios técnicos y experiencia disponible en Colombia y iii) mercado y cadena de valor, entendidos como la estructura de usuarios, proveedores, modelos de negocio, etapas, bienes, servicios y actores requeridos para desarrollar soluciones de calor geotérmico. Esto con el fin de identificar aspectos que promuevan la mejora de marcos habilitantes, la reducción de riesgos tempranos, fortalecer capacidades, simplificar licenciamiento y promover la articulación entre sectores, especialmente para calefacción, enfriamiento, agroindustria, industria y recreación (IRENA e IGA, 2023).

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

4.1. Entorno habilitante para la implementación de usos directos geotérmicos

- Revisión y análisis del marco de política pública, normativo, reglamentario e institucional aplicable al aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía para usos directos del calor en Colombia. El análisis deberá considerar su relación con la eficiencia energética, las comunidades energéticas, el ordenamiento territorial, los permisos ambientales, la gestión del recurso hídrico, las actividades productivas, la agroindustria, el turismo, las edificaciones, la financiación, la innovación y la transición energética justa.
- Consolidar las barreras, brechas y condiciones habilitantes identificadas, diferenciando aquellas de carácter normativo, regulatorio, institucional, técnico, financiero, social, ambiental, territorial, de mercado, de información y de capacidades.
- Definir las condiciones habilitantes requeridas para que las oportunidades priorizadas puedan avanzar progresivamente hacia etapas de prefactibilidad, estructuración de pilotos, cierre financiero, gestión de permisos, implementación, operación y escalamiento.

4.2. Capacidades nacionales y cadena de servicios

- Identificar las capacidades existentes en Colombia para estudiar, estructurar, financiar, diseñar, construir, operar, mantener, monitorear y escalar proyectos de usos directos del calor geotérmico. Esta evaluación deberá incluir capacidades públicas, académicas, empresariales, financieras, técnicas, territoriales y comunitarias, así como la oferta de bienes, servicios, talento humano, infraestructura, laboratorios, equipos, contratistas y proveedores requeridos para desarrollar este tipo de soluciones.
- Identificar capacidades transferibles desde sectores como hidrocarburos, energía, agua, construcción, climatización, industria, agroindustria e infraestructura térmica. Estas capacidades podrán incluir conocimiento del subsuelo, gestión de datos técnicos, análisis de pozos, perforación, completamiento, gestión ambiental, relacionamiento territorial, operación de infraestructura, seguridad industrial, compras especializadas y estructuración de proyectos.

4.3. Análisis de mercado y actores clave

- Analizar el mercado potencial de los usos directos del calor geotérmico en Colombia, identificando usuarios, beneficiarios, proveedores, operadores, financiadores, entidades públicas, academia, gremios, empresas de servicios energéticos, comunidades energéticas y actores territoriales relevantes. El análisis deberá identificar sectores con capacidad de adopción temprana, usuarios potenciales para uso de calor, clústeres de demanda de calor, posibilidades de agregación de usuarios, disponibilidad de proveedores tecnológicos, empresas de diseño e instalación, operadores de mantenimiento, modelos de prestación del servicio de calor. Asimismo, deberá analizar la competencia tecnológica frente a las fuentes y soluciones actualmente usadas para suplir demanda de calor, tales como gas natural, Gas Licuado de Petróleo, diésel, carbón, biomasa, leña, electricidad, bombas aerotérmicas, calderas, sistemas solares térmicos u otras soluciones aplicables.

4.4. Caracterización de la cadena de valor y brechas de desarrollo

- Caracterizar la cadena de valor requerida para desarrollar proyectos de usos directos del calor geotérmico de baja y media entalpía en Colombia, desde la identificación de oportunidades hasta su operación y escalamiento. Esta cadena deberá incluir, como mínimo, caracterización preliminar del recurso, caracterización de la demanda de calor, evaluación territorial, diseño conceptual, estructuración técnico-económica, gestión de permisos, financiación, suministro tecnológico, instalación, operación, mantenimiento, monitoreo, reporte de beneficios y escalamiento.
- Identificar actores, capacidades requeridas, bienes y servicios necesarios, proveedores disponibles, brechas, riesgos, cuellos de botella y condiciones mínimas para avanzar. El análisis deberá permitir reconocer si Colombia cuenta con una cadena de valor suficiente para desarrollar proyectos demostrativos y, en caso contrario, cuáles eslabones requieren fortalecimiento.

4.5. Acciones de fortalecimiento del entorno habilitante

- Proponer acciones para fortalecer el entorno habilitante, las capacidades nacionales, el mercado y la cadena de valor de los usos directos geotérmicos. Las acciones deberán organizarse en horizontes de corto, mediano y largo plazo, indicando actores responsables o involucrados, condiciones requeridas, barreras que atienden y aporte esperado a la hoja de ruta nacional. Estas acciones deberán contribuir a reducir incertidumbre, mejorar la preparación de proyectos, facilitar inversión temprana, fortalecer capacidades locales y habilitar proyectos piloto o demostrativos, en línea con IRENA e IGA (2023), que

	<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 18 de 43</p>
---	---	--

recomiendan mejorar marcos habilitantes, promover mecanismos de mitigación de riesgo, fortalecer cooperación y capacidades, y aprovechar sinergias entre la geotermia y sectores de uso final.

5. Evaluación geoespacial, integración recurso-demanda-aplicación y priorización de oportunidades de usos directos del calor geotérmico de baja y media entalpía

Esta fase deberá desarrollar un análisis geoespacial integrado que permita pasar de diagnósticos separados entre demanda recurso y variables territoriales a una identificación trazable de zonas favorables y prioridades de intervención (Le et al., 2022). Su propósito es construir la base espacial y multicriterio que permita decidir qué oportunidades deben avanzar a fases posteriores.

El análisis deberá apoyarse en metodologías de integración espacial, mapas de favorabilidad, análisis multicriterio y enfoques tipo *Play Fairway Analysis* adaptados al alcance de la consultoría usando como variables de entrada del modelo los resultados de los diagnósticos indicativos de demanda de calor y del recurso técnico preliminar realizados en los capítulos 2 y 3 de esta consultoría, así como capas adicionales que permitan agregar contexto y valor al modelamiento espacial multicriterio de esta fase. El PFA ha sido utilizado para evaluar áreas geotérmicas mediante la integración sistemática de capas de evidencia relacionadas con calor, permeabilidad y fluidos, combinando criterios expertos, ponderaciones, mapas de favorabilidad y mapas de confianza o incertidumbre. En las mejores prácticas del NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) se recomienda combinar capas de evidencia mediante métodos como pesos de evidencia, AHP, análisis de distancia, interpolación, kriging o mapas de confianza, según la naturaleza de los datos disponibles (Pauling, et al. 2023).

Para el caso de esta consultoría, el enfoque deberá ajustarse a usos directos del calor geotérmico, por lo cual la favorabilidad no podrá depender únicamente del recurso físico sino que deberá incorporar también demanda de calor, usuarios potenciales, distancia entre recurso y demanda, infraestructura, restricciones ambientales, condiciones sociales, beneficios territoriales, permisos, mercado, potencial de comunidades energéticas y otras variables que agreguen valor al modelado multicriterio.

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

5.1. Definición del marco metodológico de análisis geoespacial integrado

- Definir la metodología mediante la cual se integrarán las variables de recurso, demanda, territorio, ambiente, sociedad, infraestructura, mercado y comunidades energéticas. Esta metodología deberá establecer criterios, indicadores, fuentes de información, ponderaciones, reglas de normalización, criterios de exclusión, criterios condicionantes, criterios de oportunidad y niveles de confianza. El marco metodológico deberá ser trazable, reproducible y compatible con ambiente SIG. Deberá diferenciar claramente entre capas de datos originales, capas normalizadas, capas de evidencia, capas de restricción, capas de oportunidad, mapas de favorabilidad, mapas de compatibilidad y mapas de confianza cuando sea posible.

5.2. Integración, depuración y normalización de capas geoespaciales, y construcción de mapas de favorabilidad integrados del recurso, demanda y territorio

- Recopilar, evaluar, depurar, y normalizar las capas geoespaciales requeridas para el análisis. Como mínimo, deberá integrar información de recurso geotérmico preliminar, demanda de calor, zonas de interés de la ANH, infraestructura vial, eléctrica y gasífera, accesibilidad, centros poblados, usuarios potenciales, actividades productivas, agroindustria, turismo, áreas protegidas, ecosistemas estratégicos, disponibilidad hídrica, comunidades étnicas, indicadores socioeconómicos, equipamientos públicos, condiciones de pobreza energética y potencial de comunidades energéticas.
- Base de datos geográfica (GDB) con metadatos, diccionario de datos, trazabilidad de fuentes, escala, fecha de actualización, restricciones de uso y nivel de confiabilidad. El consultor deberá reportar de forma explícita las limitaciones de cobertura, resolución, calidad y actualidad de la información.
- Generar mapas temáticos de favorabilidad que permitan evaluar las condiciones del recurso, la demanda de calor y el territorio.

5.3. Evaluación multimodal de factibilidad espacial y territorial

- Aplicar un análisis multimodal integrando las dimensiones técnica, ambiental, social-territorial y económico-preliminar, con el fin de clasificar las zonas según su nivel preliminar de factibilidad espacial y territorial. Esta evaluación deberá diferenciar zonas favorables, zonas favorables condicionadas, zonas con baja factibilidad preliminar y zonas no recomendables por restricciones críticas.
- Identificar restricciones excluyentes, restricciones condicionantes, oportunidades territoriales, clústeres de demanda, usuarios ancla potenciales, accesibilidad, infraestructura de soporte, beneficios sociales y posibilidad de integración con comunidades energéticas.
- Producir una clasificación espacial sustentada en criterios explícitos, indicando para cada zona los factores que explican su categoría, las restricciones que impiden o condicionan su avance, las oportunidades que fortalecen su potencial y las variables que requieren validación posterior.

5.4. Integración recurso-demanda-aplicación

- Integrar el recurso geotérmico, la demanda de calor y las aplicaciones potenciales, con el fin de establecer qué uso directo puede ser compatible con qué recurso, en qué zona, para qué usuario y bajo qué condiciones preliminares. La integración deberá considerar, como mínimo la temperatura disponible o esperada, temperatura requerida por el proceso, distancia entre recurso y usuario, magnitud y continuidad de la demanda, fuente energética sustituible, usuario potencial, tecnología aplicable, restricciones territoriales, posibilidad de agregación de demanda, potencial de uso en cascada de baja y media temperatura y potencial de comunidad energética. El resultado deberá ser una cartera preliminar de oportunidades, organizada por zona, sector, grupo funcional, aplicación, usuario potencial, nivel de compatibilidad y nivel de confianza.

5.5. Priorización multicriterio de zonas y oportunidades

- Priorizar las zonas y oportunidades identificadas mediante una matriz multicriterio trazable y reproducible. La priorización deberá integrar como mínimo la favorabilidad del recurso, demanda de calor, compatibilidad térmica, cercanía recurso-usuario, restricciones ambientales, condiciones sociales, potencial comunitario, infraestructura, costos energéticos actuales, posibilidad de sustitución de combustibles, usuarios ancla, nivel de confianza de la información, beneficios territoriales y condiciones preliminares de implementación. Justificar las ponderaciones utilizadas y realizar, cuando la información lo permita, análisis de sensibilidad sobre los pesos asignados.

5.6. Consolidación del portafolio geoespacial de oportunidades

- Consolidar un portafolio geoespacial de zonas y oportunidades priorizadas, a partir de los resultados de favorabilidad, factibilidad territorial e integración recurso-demanda-aplicación. Este portafolio deberá organizar las oportunidades por grupo funcional de uso directo, territorio, sector, usuario potencial, aplicación, nivel de prioridad, nivel de compatibilidad, nivel de confianza, restricciones, brechas y recomendación para fases posteriores. Este componente no deberá elaborar diseños conceptuales, casos de negocio ni fichas financieras. Su resultado será un registro trazable de oportunidades priorizadas y ranqueadas que sirva como insumo directo para el análisis técnico-económico, la estructuración conceptual de proyectos, los casos de negocio y la selección de posibles pilotos. Esta lógica es consistente con enfoques multicriterio aplicados a usos directos geotérmicos, en los que la priorización permite seleccionar candidatos para evaluación detallada sin sustituir las fases posteriores de prefactibilidad, diseño o cierre financiero, como plantean Le et al. (2022).
- Seleccionar, de manera justificada, ocho (8) áreas para avanzar al análisis técnico-económico y diseño conceptual. Esta selección deberá procurar la representación de los cuatro grupos funcionales de usos directos definidos en la consultoría, considerando hasta dos oportunidades por grupo, siempre que existan condiciones mínimas de recurso, demanda, información disponible, factibilidad territorial y nivel de confianza. La selección deberá ser sustentada mediante criterios trazables y deberá ser aprobada por la supervisión de la ANH antes de avanzar a la siguiente fase.

6. Análisis técnico-económico y estructuración conceptual de proyectos de uso directo geotérmico

Este componente deberá convertir como mínimo ocho (8) zonas de la fase anterior en oportunidades priorizadas con perfiles técnico-económicos y conceptuales de proyecto, sin llegar a ingeniería de detalle, factibilidad definitiva ni caso de negocio final. El análisis deberá partir del portafolio geoespacial de oportunidades priorizadas considerando los grupos funcionales de usos potenciales de aprovechamiento ya definidos, y para cada oportunidad seleccionada se debe precisar a nivel técnico el recurso geotérmico preliminar, la demanda de calor asociada, la aplicación potencial, el usuario o grupo de usuarios, las condiciones territoriales, las restricciones ambientales, sociales, el potencial de comunidades energéticas y la fuente energética actualmente utilizada para suplir la demanda térmica.

El análisis deberá comparar la alternativa geotérmica frente a las fuentes actualmente utilizadas para suplir la demanda de calor tales como gas natural, Gas Licuado de Petróleo, diésel, carbón, coque, biomasa, leña, electricidad, vapor adquirido, calor residual u otras fuentes disponibles. Para ello, el consultor deberá estimar de manera indicativa costos de inversión, operación y mantenimiento, demanda de calor sustituible, ahorros potenciales, emisiones evitadas, beneficios territoriales, riesgos técnicos, restricciones de implementación e incertidumbres. Esta comparación deberá reconocer que los proyectos geotérmicos suelen enfrentar mayores costos iniciales y riesgos tempranos, pero pueden ofrecer calor local, estable, renovable, con bajos costos operativos y potencial de reducción de emisiones cuando existe una demanda térmica cercana y continua, como lo destaca IRENA e IGA (2023).

Además, el consultor deberá evaluar preliminarmente los modelos de desarrollo y prestación del servicio de calor que podrían aplicar a cada oportunidad, tales como operación pública, privada, comunitaria, esquemas público-privados, empresas de servicios energéticos, venta de calor, suministro térmico a usuarios ancla, agregación de demanda, uso en cascada o modelos asociados a comunidades energéticas. Al Asy'ari et al. (2024) muestran que los usos directos geotérmicos pueden desarrollarse bajo modelos como responsabilidad social empresarial, operación gubernamental, inversión privada, propiedad comunitaria, alianzas público-privadas, modelos ESCO, financiamiento verde o esquemas híbridos, por tanto, cada perfil deberá indicar qué modelo resulta preliminarmente más compatible con el usuario, la escala, el tipo de aplicación, la inversión requerida, la distribución de riesgos y las capacidades disponibles.

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

6.1. Selección de oportunidades y definición de supuestos de análisis

- A partir de las ocho (8) zonas con oportunidades priorizadas se deberán definir los supuestos mínimos de análisis, incluyendo demanda de calor sustituible, rango de temperatura requerido, horas de operación, factor de uso, fuente energética actual, eficiencia de equipos existentes, distancia recurso–usuario, usuario o usuarios potenciales, restricciones principales, tecnología aplicable y nivel de incertidumbre.
- Construir escenarios conservador, medio y favorable, variando parámetros críticos como demanda de calor, factor de uso, CAPEX, OPEX, precio del combustible sustituido, costo de electricidad auxiliar, distancia al usuario, tasa de descuento y nivel de incertidumbre del recurso, entre otros que puedan agregar valor al análisis.

6.2. Diseño conceptual de la solución geotérmica y esquema de uso directo

- Definir para cada oportunidad seleccionada, la solución técnica preliminar de aprovechamiento geotérmico. El diseño conceptual y el esquema de uso directo deberán indicar el tipo de sistema aplicable, el modo de aprovechamiento del calor, la tecnología propuesta, el esquema operativo general y la compatibilidad entre temperatura del recurso, temperatura requerida por el proceso y demanda de calor. El análisis deberá precisar el tipo de solución y describir de forma conceptual los componentes principales del sistema, incluyendo captación o acceso al recurso, conducción, intercambio térmico, distribución, entrega al usuario, reinyección o disposición del fluido cuando aplique, control operativo, monitoreo y requerimientos generales de operación y mantenimiento.

6.3. Estimación preliminar de costos, configuración técnica y desempeño energético

- Estimar costos indicativos de inversión, operación y mantenimiento para las soluciones de uso directo geotérmico identificadas, que deben incluir estudios técnicos, sistemas de captación o intercambio de calor, bombas de calor geotérmico cuando aplique, intercambiadores de calor, tuberías, redes térmicas locales, sistemas de distribución, equipos auxiliares, adecuaciones al usuario final, monitoreo, mantenimiento, reposición de componentes y consumo eléctrico auxiliar. El consultor deberá estimar de manera preliminar el desempeño energético de cada alternativa, incluyendo demanda de calor atendida, demanda sustituible, eficiencia esperada del sistema, requerimientos auxiliares de energía y condiciones operativas mínimas. La estimación preliminar de costos debe diferenciar como mínimo: costos de estudio y maduración, CAPEX, costos indirectos, OPEX, costos de cierre o brechas.

6.4. Comparación con línea base, emisiones evitadas, beneficios territoriales y viabilidad preliminar

- Comparar la alternativa geotérmica propuesta para cada oportunidad con la fuente energética actualmente utilizada para suplir la demanda de calor, con el fin de estimar su desempeño económico, ambiental y territorial de manera preliminar. La comparación deberá incluir, como mínimo, el consumo energético actual, la fuente sustituible, la eficiencia de los equipos existentes, el costo actual de energía, los costos evitados, el ahorro potencial, la competitividad frente a tecnologías convencionales y la sensibilidad frente a variaciones en precios de combustibles, electricidad, CAPEX, OPEX, factor de uso y demanda de calor sustituible.
- Calcular indicadores preliminares como costo del calor suministrado, costo nivelado del calor, ahorro anual estimado, periodo simple de recuperación, valor presente neto indicativo, relación beneficio-costos y costo por tonelada de CO₂ evitada.
- Estimar las emisiones asociadas a la línea base energética actual y las emisiones potencialmente evitadas por la sustitución parcial o total de la demanda de calor mediante soluciones geotérmicas de baja o media entalpía.
- Incorporar los principales riesgos técnicos, económicos, ambientales, sociales, regulatorios, operativos, financieros y de mercado asociados a cada oportunidad. El consultor deberá realizar análisis de sensibilidad, cuando la información lo permita, sobre variables críticas como demanda de calor, factor de uso, CAPEX, OPEX, costo del combustible sustituido, tasa de descuento, energía auxiliar, distancia al usuario, temperatura del recurso y eficiencia del sistema.
- Clasificar cada oportunidad en una categoría de viabilidad preliminar, diferenciando entre: alta viabilidad preliminar, viabilidad condicionada, necesidad de maduración adicional o baja viabilidad preliminar, y seleccionar cinco (5) zonas o áreas según disponibilidad de información para avanzar en la fase de desarrollo de caso de negocio.

7. Desarrollo de casos de negocio y proyectos piloto en zonas priorizadas

Este componente deberá tomar los resultados de la fase anterior y los expedientes conceptuales de proyecto definidos en los componentes anteriores. A partir de los perfiles técnico-económicos y conceptuales desarrollados, el consultor deberá seleccionar, cuando las condiciones técnicas, territoriales y de disponibilidad de información lo permitan cinco (5) oportunidades para la estructuración de casos de negocio y posibles proyectos piloto. La selección deberá considerar prioridad estratégica, representatividad territorial y sectorial,

madurez de la oportunidad, viabilidad preliminar, potencial de reducción de emisiones, beneficios territoriales, posibilidad de financiación, articulación con comunidades energéticas y capacidad de implementación en el corto o mediano plazo.

El propósito es estructurar casos de negocio aplicados que permitan entender cómo podrían implementarse, financiarse, operarse, sostenerse y escalarse las oportunidades seleccionadas, sin convertir esta fase en una factibilidad definitiva ni en un diseño de ingeniería. El análisis deberá traducir cada oportunidad en una propuesta clara de valor, usuarios o beneficiarios, socios clave, recursos requeridos, actividades principales, esquema operativo, estructura de costos, posibles ingresos, ahorros, beneficios territoriales, fuentes de financiación, riesgos y nivel de madurez para su implementación. Los casos de negocio deberán considerar que los usos directos geotérmicos requieren modelos diferenciados según la aplicación, el tipo de usuario, la escala, el marco regulatorio, la capacidad de inversión y la distribución de riesgos.

Para esto, el consultor deberá desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

7.1. Selección de oportunidades y alcance de los casos de negocio

- Seleccionar cinco (5) áreas de manera concertada con la ANH, las cuáles serán objeto de caso de negocio o piloto demostrativo. La selección deberá considerar el portafolio y los departamentos priorizados en el plan de desarrollo de comunidades energéticas de la ANH (Arauca, Casanare, Córdoba, Putumayo, La Guajira, Meta, Santander y Sucre), los expedientes conceptuales, la demanda de calor, la compatibilidad con el recurso geotérmico de baja y media entalpía, la viabilidad preliminar, las condiciones territoriales, el potencial de comunidades energéticas y la posibilidad de implementación. Para cada oportunidad seleccionada, el consultor deberá definir el alcance del caso de negocio, incluyendo ubicación, aplicación de uso directo, usuario o usuarios potenciales, tecnología preliminar, escala estimada, beneficios esperados, restricciones, brechas de información y propósito del eventual piloto.

7.2. Estructuración del modelo de negocio, operación y sostenibilidad

- Estructurar un modelo de negocio indicativo para cada oportunidad seleccionada, incorporando propuesta de valor, usuarios o beneficiarios, socios clave, actividades clave, recursos requeridos, esquema de operación, estructura de costos, posibles ingresos, ahorros o beneficios monetizables y no monetizables. El modelo deberá incorporar las condiciones mínimas para operar y sostener cada oportunidad, incluyendo responsables, capacidades requeridas, gobernanza, operación y mantenimiento, participación de usuarios, esquemas asociativos o comunitarios cuando aplique, beneficios territoriales, emisiones evitadas, riesgos ambientales y sociales, y medidas generales de gestión. Asimismo, deberá identificar los supuestos críticos para su sostenibilidad, tales como continuidad de la demanda de calor, disponibilidad del recurso, confiabilidad operativa, capacidad de pago del usuario, costos de mantenimiento, acceso a financiación, permisos requeridos, aceptación social, distribución de beneficios y mecanismos de seguimiento

7.3. Financiación, esquema preliminar de piloto y nivel de madurez

- Identificar alternativas de financiación y apoyo para cada caso de negocio tales como inversión pública, inversión privada, cooperación internacional, financiación climática, líneas de crédito, incentivos, fondos de innovación, alianzas público-privadas, contratos de suministro de calor, modelos de ahorro

	<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 43</p>
---	---	--

compartido o esquemas asociativos comunitarios. Para las oportunidades con mejores condiciones, el consultor deberá formular un esquema preliminar de piloto, incluyendo alcance, ubicación, usuario o usuarios potenciales, aplicación de uso directo, tecnología aplicable, costos indicativos, cronograma preliminar, responsables, riesgos, indicadores y ruta de implementación. Cada caso deberá clasificarse según su nivel de madurez.

8. Hoja de ruta nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor

Este componente deberá consolidar e integrar los resultados desarrollados en los componentes anteriores de la consultoría incluyendo el diagnóstico de demanda de calor, el diagnóstico técnico preliminar del recurso geotérmico, el análisis del entorno habilitante, la evaluación territorial, el emparejamiento entre recurso, demanda y aplicación, el análisis técnico-económico, la priorización de oportunidades, la estructuración técnica de proyectos y los casos de negocio priorizados. A partir de esta integración se deberá formular el documento final de hoja de ruta nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor, y anexos documentales específicos de recomendaciones de política pública, normativa, regulación, financiación, fortalecimiento institucional, desarrollo de capacidades con énfasis en comunidades energéticas y los entornos habilitantes requeridos para este tipo de desarrollos.

La hoja de ruta no deberá repetir los diagnósticos desarrollados en los componentes anteriores, sino integrarlos en una visión estratégica, operativa y programática que permita orientar la toma de decisiones de los actores institucionales, territoriales, productivos, comunitarios y financieros relacionados con el despliegue de estos usos en el país.

La estructura de la hoja de ruta deberá tomar como referencia documentos internacionales y regionales de planeación geotérmica. El Mapa de Ruta Tecnológica de Usos Directos del Calor Geotérmico de México (SENER-IMP, 2018) organiza su contenido alrededor de una metodología general, generalidades de los usos directos, visión de largo plazo, implementación de la visión, acciones estratégicas, acciones habilitadoras y ámbitos regulatorios, económicos, de recursos humanos, sociales y ambientales. Por su parte, la hoja de ruta de Uruguay (CTCN & DEUMAN, 2020) estructura el análisis de la geotermia de baja entalpía a partir de línea base, potencial de uso, evaluación económica, incentivos, externalidades, marco regulatorio, capacidades, análisis de mercado, cadena de valor y evaluación de emisiones.

Es por esto por lo que el contenido de la hoja de ruta debe tener como mínimo lo siguiente:

8.1. Estructura sugerida de la hoja de ruta

a. Resumen ejecutivo

Deberá presentar de manera sintética el propósito de la hoja de ruta, alcance, principales hallazgos, zonas y oportunidades priorizadas, barreras críticas, proyectos piloto propuestos, recomendaciones habilitantes y acciones de implementación en el corto, mediano y largo plazo.

b. Introducción, alcance y justificación estratégica

Deberá explicar la necesidad de la hoja de ruta, su relación con la transición energética justa, la eficiencia energética, la descarbonización de usos de calor, el desarrollo productivo territorial, las comunidades

energéticas y el aprovechamiento responsable del conocimiento del subsuelo. También deberá delimitar expresamente el alcance técnico, territorial y funcional, incluyendo las exclusiones.

c. Visión, objetivos y principios de la hoja de ruta

Deberá formular una visión nacional para el aprovechamiento de la geotermia de baja y media entalpía en usos directos del calor en Colombia, considerando horizontes de corto, mediano y largo plazo.

Este capítulo deberá incluir objetivos estratégicos, principios orientadores y criterios de implementación, tales como enfoque territorial, gradualidad, trazabilidad técnica, sostenibilidad ambiental, participación comunitaria, eficiencia energética, descarbonización, viabilidad económica, fortalecimiento de capacidades, articulación institucional y enfoque de comunidades energéticas.

d. Marco conceptual y metodológico

Deberá presentar los conceptos base de geotermia de baja y media entalpía, usos directos del calor, grupos funcionales de aplicación, demanda de calor, favorabilidad, factibilidad preliminar, maduración de oportunidades, comunidades energéticas, evaluación multicriterio y ruta de implementación.

Este capítulo deberá explicar la metodología general usada para construir la hoja de ruta, incluyendo revisión documental, análisis de información secundaria, diagnóstico de recurso y demanda, evaluación geoespacial, análisis técnico-económico, priorización, estructuración conceptual, casos de negocio y recomendaciones habilitantes.

e. Línea base nacional integrada

Deberá consolidar los principales resultados de diagnóstico, sin repetir en detalle los capítulos técnicos. Como mínimo, deberá sintetizar:

- Demanda de calor por sectores y territorios
- Recurso geotérmico preliminar de baja y media entalpía
- Aplicaciones viables de uso directo
- Entorno habilitante y capacidades nacionales
- Mercado y cadena de valor
- Condiciones ambientales, sociales y territoriales
- Brechas de información
- Restricciones y condiciones relevantes

f. Zonas y oportunidades priorizadas

Deberá presentar los resultados consolidados de la evaluación geoespacial, integración recurso–demanda–aplicación y priorización de oportunidades. Este capítulo deberá incluir los mapas finales, categorías de prioridad, criterios utilizados, nivel de confianza de la información, restricciones, brechas y justificación de las oportunidades seleccionadas.

Este capítulo deberá incluir:

- Mapas finales de favorabilidad
- Mapas de factibilidad preliminar
- Mapas de compatibilidad recurso–demanda–aplicación
- Mapas de confianza e incertidumbre
- Clasificación de oportunidades
- Restricciones y condicionantes
- Brechas de información
- Justificación de las oportunidades seleccionadas.

No deberá repetir toda la metodología SIG, sino presentar los resultados de forma estratégica y útil para la toma de decisiones.

g. Aplicaciones estratégicas de uso directo

Deberá organizar las oportunidades por los cuatro grupos funcionales definidos:

- Calefacción y enfriamiento.
- Agricultura, acuicultura y agroindustria.
- Procesos industriales de baja y media temperatura.
- Baños termales, bienestar y recreación.

Para cada grupo funcional deberá indicar aplicaciones viables, sectores asociados, rangos de temperatura, usuarios potenciales, condiciones mínimas de implementación, beneficios esperados, restricciones y limitaciones.

h. Portafolio de proyectos conceptuales, casos de negocio y pilotos priorizados

Deberá compilar los proyectos conceptuales y casos de negocio desarrollados durante la consultoría. Como mínimo, deberá incluir:

- Oportunidades seleccionadas
- Localización
- Área priorizada a área piloto asociada
- Usuario o usuarios potenciales
- Demanda de calor
- Aplicación propuesta
- Tecnología aplicable
- Costos indicativos
- Beneficios esperados
- Emisiones evitadas
- Riesgos
- Nivel de madurez
- Recomendación de avance.

Este capítulo no reemplaza los expedientes conceptuales ni los casos de negocio. Debe presentar una síntesis comparativa del portafolio.

Anexo 1. Formulación de recomendaciones de política pública, mecanismos financieros e incentivos

Esta actividad consiste en formular recomendaciones de política pública que incluyan la parte normativa, reglamentaria, institucional y financiera para incorporar los usos directos del calor geotérmico en instrumentos de planificación energética, eficiencia energética, transición energética justa, descarbonización de usos de calor, desarrollo productivo territorial, comunidades energéticas y gestión de información geocientífica. Para este ítem el consultor deberá proponer mecanismos financieros e incentivos que faciliten la maduración de oportunidades, el desarrollo de pilotos y el escalamiento gradual de proyectos tales como fondos de innovación, financiación climática, cooperación internacional, líneas de crédito, incentivos tributarios, esquemas de ahorro compartido, contratos de suministro de calor, modelos asociativos, alianzas público-privadas y esquemas asociados a comunidades energéticas.

Las recomendaciones deberán ser viables, priorizadas y diferenciadas según horizonte temporal, actor responsable, instrumento requerido, barrera que atienden, condición habilitante que fortalecen y relación con las oportunidades priorizadas, casos de negocio o pilotos propuestos según corresponda.

Anexo 2. Plan de implementación, seguimiento, gobernanza y actualización de la hoja de ruta

Esta actividad consiste en construir el plan de implementación de la hoja de ruta, organizado en horizontes de corto, mediano y largo plazo. El plan deberá diferenciar acciones inmediatas de alistamiento, acciones de maduración de oportunidades, acciones de estructuración de pilotos, acciones de fortalecimiento institucional, acciones de gestión normativa o regulatoria, acciones de financiación y acciones de escalamiento.

Cada acción deberá incluir, como mínimo, objetivo, descripción, horizonte temporal, responsable, corresponsables, producto verificable, indicador, prioridad, condición habilitante, riesgo asociado y relación con las oportunidades priorizadas, casos de negocio o proyectos piloto. El plan deberá indicar qué acciones son necesarias para que cada oportunidad avance hacia prefactibilidad, financiación, permisos, ejecución, operación, monitoreo o escalamiento.

Asimismo, el consultor deberá proponer un esquema de gobernanza para la implementación, seguimiento y actualización de la hoja de ruta, incluyendo roles institucionales, mecanismos de coordinación, periodicidad de revisión, responsables del seguimiento, indicadores de avance, criterios para incorporar nueva información y mecanismos para actualizar el portafolio de oportunidades. La propuesta deberá considerar la articulación entre la ANH, entidades nacionales, entidades territoriales, actores del sector energético, sector productivo, academia, cooperación internacional, comunidades energéticas y demás actores relevantes.

9. Entrega de información técnica, anexo cartográfico y transferencia de conocimiento

Este componente tiene como finalidad consolidar y entregar la información técnica generada durante la consultoría a modo de un Anexo Cartográfico siguiendo las indicaciones y lineamientos dados por la supervisión del proyecto en cuanto a entrega de información técnica ya sea mediante el Manual de Entrega de Información Técnica del EPIS o los que indique la supervisión técnica de ANH.

Este anexo debe incluir todos los datos geográficos recopilados y generados durante el proyecto a modo de bases de datos georreferenciadas compatibles con Sistemas de Información Geográfica (SIG), cartografía temática y producción cartográfica. La información deberá organizarse de manera estructurada, verificable y reutilizable, garantizando coherencia entre fuentes consultadas, análisis realizados, bases de datos generadas, cartografía producida, oportunidades priorizadas, casos de negocio, hoja de ruta y productos finales de la consultoría

9.1. Anexo cartográfico GIS y herramienta de visualización

El consultor deberá consolidar y entregar el anexo cartográfico del proyecto en ambiente SIG, integrando las bases de datos, matrices, tablas, fichas, capas geográficas, productos intermedios, resultados finales, salidas cartográficas y mapas temáticos generados durante la consultoría según manual de entrega de información técnica al EPIS, manual de entrega de información geográfica al Banco de Información Energética (BIEN) y/o los que le modifiquen o indique la supervisión de ANH. El anexo cartográfico deberá incluir estructura de carpetas, nomenclatura, metadatos, diccionario de datos, simbología estandarizada, atributos consultables, trazabilidad de fuentes, supuestos metodológicos y documentación suficiente para permitir la revisión, reutilización, actualización y administración posterior por parte de la ANH.

Asimismo, el consultor deberá desarrollar, configurar o adaptar una herramienta de visualización geográfica de carácter demostrativo y funcional, tipo geoaplicación a modo de visor geográfico o tablero de control, compatible e interoperable con los lineamientos tecnológicos del sistema de información geográfico institucional de la ANH. Esta herramienta tendrá como finalidad facilitar la consulta, visualización, filtrado y análisis preliminar de la información generada durante la consultoría y no constituirá un sistema misional, transaccional o de operación institucional definitiva.

La consultoría no incluye actividades de licenciamiento perpetuo, mantenimiento evolutivo, administración permanente, alojamiento web definitivo, ni desarrollo de software a medida distinto del alcance funcional requerido para la visualización de resultados. Sin embargo, si debe garantizar su migración al sistema de la ANH.

9.2. Transferencia de conocimiento y divulgación técnica

El consultor deberá realizar una jornada técnica de divulgación tipo workshop dirigida a los profesionales y actores que delegue la ANH, con el fin de socializar los principales resultados de la hoja de ruta con el fin de promover y facilitar la apropiación institucional de los resultados, la articulación del conocimiento generado y la identificación de acciones necesarias para continuar la maduración de las oportunidades hacia fases posteriores de prefactibilidad, financiación, implementación, seguimiento y actualización de la hoja de ruta.

10. Referencias Bibliográficas

- Al Asy'ari, M. R., Adityatama, D. W., Brilian, V. A., Erichatama, N., & Purba, D. 2024. Beyond Electricity: Geothermal Direct Use Business Models and Potential Applications in Indonesia.
- Chapman, F. M., Miranda, M. M., Sternbergh, S., Soucy La Roche, R., & Raymond, J. (2025). Geothermal favourability in data-scarce regions: incorporating physical and socio-economic factors into a modified Play fairway approach, southwestern Yukon, Canada. *Geothermal Energy*, 13(1), 24.
- Climate Technology Centre and Network CTCN & DEUMAN. (2020). Hoja de ruta para el uso directo de energía geotérmica de baja entalpía en Uruguay.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2022). Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades económicas. Revisión 4 adaptada para Colombia, CIU Rev. 4 A.C. DANE.
- Energy Sector Management Assistance Program ESMAP. (2022). Direct utilization of geothermal resources. World Bank.
- International Geothermal Association IGA. (2014). Best practices guide for geothermal exploration.
- International Renewable Energy Agency IRENA & International Geothermal Association IGA. (2023). Global geothermal market and technology assessment.
- Le, M. T., Nhieu, N. L., & Pham, T. D. T. (2022). Direct-use geothermal energy location multi-criteria planning for on-site energy security in emergencies: a case study of Malaysia. *Sustainability*, 14(22).
- Lindal, B. (1973). Industrial and other applications of geothermal energy. *Geothermal energy*, 135-148.
- Lund, J. W. (2010). Direct utilization of geothermal energy. *Energies*, 3(8), 1443-1471.

- Lund, J. W., & Freeston, D. H. (2001). World-wide direct uses of geothermal energy 2000. *Geothermics*, 30(1), 29-68.
- Moeck, I. S. (2014). Catalog of geothermal play types based on geologic controls. *Renewable and sustainable energy reviews*, 37, 867-882.
- Secretaría de Energía SENER, & Instituto Mexicano del Petróleo IMP. (2018). Mapa de ruta tecnológica: Usos directos del calor geotérmico.
- Williams, C. F., Reed, M. J., & Anderson, A. F. (2011, January). Updating the classification of geothermal resources. In *Proceedings, Thirty-Sixth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering* (No. 191, p. 7). Stanford University Stanford, California.

2. ENTREGABLES

Fase 1. Marco estratégico, conceptual y metodológico de la hoja de ruta

1. Informe de marco estratégico, conceptual, referencial y metodológico de la hoja de ruta, que incluya como mínimo el propósito, alcance técnico y territorial, visión estratégica, principios orientadores, objetivos y líneas estratégicas, referentes analizados, marco conceptual, grupos funcionales de aplicación, clasificación de aplicaciones por rangos de temperatura, criterios aplicables a Colombia, actores relevantes, lógica de maduración de oportunidades y resultados esperados. El informe deberá incorporar el esquema metodológico y lógico de la hoja de ruta, representando la estructura, componentes, relaciones y flujo de maduración entre reconocimiento, diagnóstico, integración, priorización, estructuración, implementación, visualización y transferencia.
2. Matriz integrada de referentes, criterios y estructura de la hoja de ruta que consolide como mínimo los referentes analizados, criterios técnicos, territoriales, económicos, sociales y regulatorios aplicables a Colombia, objetivos estratégicos, líneas estratégicas, actores, variables de análisis y los resultados esperados.

Fase 2. Diagnóstico indicativo de demanda de calor para actividades relacionadas con usos directos

1. Informe de diagnóstico indicativo de demanda de calor para usos directos, que incluya metodología, fuentes de información, clasificación sectorial, caracterización de procesos, rangos de temperatura, línea base energética, estimación preliminar de demanda, espacialización, análisis descriptivo, brechas de información y conclusiones para fases posteriores. El informe deberá incluir una síntesis de demandas estratégicas y brechas de información, clasificando las demandas identificadas según su interés, compatibilidad preliminar, magnitud, continuidad, concentración territorial, fuente energética sustituible, nivel de incertidumbre y potencial para avanzar hacia la integración recurso–demanda–aplicación.
2. Matriz sectorial de demanda de calor y diagrama de Lindal local para Colombia, en formato editable y gráfico, que relacione sectores CIIU, actividades económicas, grupos funcionales de uso directo, procesos térmicos, rangos de temperatura, fuentes energéticas actuales, usuarios potenciales, aplicaciones geotérmicas compatibles, compatibilidad preliminar, observaciones y justificación técnica. Este producto deberá incluir el diagrama de Lindal adaptado al contexto colombiano y una matriz de

soporte que permita clasificar la demanda térmica identificada y orientar la integración recurso-demanda-aplicación en fases posteriores.

3. Cartografía temática preliminar de demanda de calor que contenga la localización, magnitud, sector, proceso térmico, fuente energética actual, rango de temperatura, usuario potencial, método de estimación, nivel de incertidumbre y nivel de confiabilidad.

Fase 3. Diagnóstico técnico preliminar del recurso geotérmico y ruta de evaluación progresiva del recurso

1. Informe de diagnóstico técnico preliminar del recurso geotérmico, que incluya la compilación, inventario y evaluación crítica de la información geocientífica disponible, la caracterización y clasificación preliminar del recurso, el análisis geoespacial realizado, la identificación de zonas prospectivas, brechas, riesgos, incertidumbre y el ranqueo técnico preliminar. El informe deberá diferenciar recursos someros, manifestaciones termales, acuíferos profundos, sistemas conductivos en cuencas sedimentarias y zonas con posible control estructural o hidrogeológico, según la información disponible.
2. Matriz integrada del recurso geotérmico y ranqueo técnico, en formato editable, que consolide las variables geocientíficas analizadas, fuente, escala, cobertura, confiabilidad, componente asociado (fuente de calor, permeabilidad o fluidos), clasificación preliminar del recurso, rangos de temperatura, posibles aplicaciones tipo Lindal, evidencia disponible, incertidumbre, brechas, riesgos y puntaje o categoría de ranqueo técnico por zona prospectiva.
3. Informe técnico con ruta de evaluación progresiva del recurso geotérmico, que defina etapas, estudios requeridos, variables críticas por confirmar, productos esperados, criterios técnicos de avance, riesgos a reducir y decisiones técnicas para continuar, complementar, reformular, aplazar o descartar oportunidades hacia fases posteriores de validación, prefactibilidad, factibilidad, diseño conceptual, monitoreo o implementación.
4. Cartografía temática del recurso que integre las capas geológicas, geofísicas, hidrogeológicas, geoquímicas, estructurales y térmicas utilizadas o generadas, así como los mapas de clasificación preliminar, favorabilidad técnica, potencial técnico aprovechable indicativo y zonas prospectivas.

Fase 4. Entorno habilitante, capacidades nacionales y análisis del mercado

1. Informe de entorno habilitante, capacidades nacionales, mercado y cadena de valor, que incluya la revisión normativa, reglamentaria e institucional aplicable, condiciones de adopción, actores clave, capacidades nacionales, capacidades transferibles, mercado potencial, cadena de valor, barreras, brechas, restricciones, oportunidades de articulación y condiciones habilitantes para el desarrollo de usos directos del calor geotérmico de baja y media entalpía en Colombia. El informe deberá incluir una síntesis final de las condiciones habilitantes que deberán ser consideradas en los componentes posteriores de priorización, casos de negocio, recomendaciones de política pública y plan de implementación de la hoja de ruta.
2. Matriz integrada de entorno habilitante, actores, capacidades, mercado y cadena de valor, en formato editable, que consolide instrumentos normativos, entidades responsables, actores clave, capacidades existentes y faltantes, brechas, restricciones, oportunidades de articulación, usuarios potenciales, sectores de adopción temprana, usuarios ancla, proveedores, operadores, modelos

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 31 de 43</p>
---	--	--

de prestación del servicio de calor, eslabones de la cadena, barreras de entrada y oportunidades para proyectos demostrativos.

Fase 5. Evaluación geoespacial, integración recurso-demanda-aplicación y priorización de oportunidades de usos directos del calor geotérmico de baja y media entalpía

1. Informe metodológico y de resultados de evaluación geoespacial integrada y priorización multicriterio, que describa la metodología SIG y multicriterio utilizada, incluyendo dimensiones de análisis, variables, indicadores, fuentes, criterios de normalización, ponderaciones, restricciones, condicionantes, niveles de confianza, reglas de clasificación, tratamiento de incertidumbre y resultados principales de favorabilidad, factibilidad preliminar, compatibilidad recurso-demanda-aplicación y priorización de oportunidades.
2. Matrices de integración, compatibilidad y priorización multicriterio de oportunidades, en formato editable, que consoliden la integración recurso-demanda-aplicación por zona, municipio, sector, usuario potencial, rango de temperatura, distancia, aplicación viable, restricciones, nivel de compatibilidad y nivel de confianza; así como la priorización multicriterio con criterios, pesos, calificaciones, puntaje total, categoría de prioridad, brechas, restricciones, incertidumbre y justificación técnica.
3. Portafolio técnico de oportunidades priorizadas, en formato de documento técnico, que consolide las oportunidades resultantes de la priorización multicriterio, organizadas por grupo funcional de uso directo, territorio, sector, usuario potencial, aplicación, nivel de prioridad, nivel de compatibilidad, nivel de confianza, restricciones, brechas y recomendación para fases posteriores. El documento deberá incluir fichas técnicas por oportunidad priorizada, con la justificación técnica de su selección y la recomendación de avance hacia análisis técnico-económico, estructuración conceptual, maduración adicional o descarte preliminar.

Fase 6. Análisis técnico-económico y estructuración conceptual de proyectos de uso directo geotérmico

1. Informe de análisis técnico-económico y estructuración conceptual de hasta ocho (8) oportunidades priorizadas, que incluya metodología, criterios de selección, supuestos, escenarios de análisis, línea base energética, configuración técnica preliminar, estimación indicativa de CAPEX y OPEX, desempeño energético, comparación con fuentes actuales, indicadores económicos, emisiones evitadas, beneficios territoriales, riesgos, análisis de sensibilidad y clasificación preliminar de viabilidad. El informe deberá presentar un resumen comparativo de las oportunidades evaluadas e indicar cuáles pueden avanzar hacia prefactibilidad, caso de negocio, proyecto piloto, maduración adicional o descarte preliminar.
2. Documento con fichas técnicas conceptuales de las oportunidades evaluadas, una por cada oportunidad seleccionada, que incluya localización, usuario o usuarios potenciales, demanda de calor, aplicación propuesta, grupo funcional, recurso geotérmico preliminar asociado, tecnología aplicable, configuración técnica preliminar, infraestructura requerida, restricciones, permisos o condicionantes, costos indicativos, riesgos, brechas de información, nivel de viabilidad preliminar y ruta de maduración.

3. Matriz técnico-económica de oportunidades evaluadas y anexo de supuestos, en formato editable, que consolide por oportunidad las variables de demanda, fuente energética sustituida, tecnología propuesta, CAPEX, OPEX, energía auxiliar, ahorros potenciales, indicadores económicos, emisiones evitadas, beneficios territoriales, riesgos, incertidumbre, sensibilidad, categoría de viabilidad preliminar y recomendación para fases posteriores. La matriz deberá incluir o estar acompañada por el anexo de supuestos, factores y fuentes de cálculo, documentando precios energéticos, factores de emisión, factores de conversión, eficiencias, horas de operación, vida útil, tasa de descuento, rangos de costos, criterios de sensibilidad, fuentes consultadas, limitaciones metodológicas y nivel de confianza de la información utilizada.

Fase 7. Desarrollo de casos de negocio y proyectos piloto en zonas priorizadas

1. Informe de casos de negocio y proyectos piloto priorizados, que incluya la selección justificada de las cinco (5) oportunidades, el alcance de cada caso, modelo de negocio indicativo, propuesta de valor, usuarios o beneficiarios, socios clave, recursos requeridos, actividades principales, esquema operativo, estructura de costos, posibles ingresos, ahorros, beneficios monetizables y no monetizables, riesgos, fuentes de financiación, sostenibilidad de los proyectos, nivel de madurez y recomendaciones de implementación.
2. Documento técnico de fichas de casos de negocio y esquemas preliminares de piloto, una ficha por cada oportunidad seleccionada, que incluya ubicación, usuario o usuarios potenciales, aplicación de uso directo, tecnología propuesta, configuración conceptual del sistema, propuesta de valor, demanda de calor asociada, costos indicativos, beneficios esperados, emisiones evitadas, riesgos, restricciones, gobernanza, responsables, operación y mantenimiento, participación de usuarios, cronograma preliminar, indicadores y ruta de implementación.
3. Matriz de madurez, financiación y sostenibilidad de casos priorizados, en formato editable, que consolide para cada caso el nivel de madurez, brechas por cerrar, fuentes potenciales de financiación, actores involucrados, condiciones habilitantes, esquema de operación, capacidades requeridas, riesgos técnicos, financieros, ambientales y sociales, acciones requeridas y recomendación de avance hacia prefactibilidad, piloto demostrativo, financiación, permisos, implementación, maduración adicional o descarte.

Fase 8. Hoja de ruta nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor

1. Documento final de Hoja de Ruta Nacional para el aprovechamiento geotérmico de baja y media entalpía en usos directos del calor, que consolide e integre los resultados de la consultoría en un instrumento estratégico, técnico y operativo para orientar la toma de decisiones. El documento deberá incluir visión estratégica, objetivos, principios de implementación, diagnóstico integrado, aplicaciones priorizadas, zonas y oportunidades priorizadas, portafolio de proyectos conceptuales, casos de negocio y pilotos, acciones habilitantes, plan de implementación, horizontes de corto, mediano y largo plazo, indicadores, esquema de gobernanza, mecanismos de seguimiento y criterios de actualización.

2. Informe de recomendaciones de política pública, normativa, regulación, financiación y entornos habilitantes, que incluya la revisión del marco normativo e institucional, barreras, brechas, condiciones habilitantes, recomendaciones de política pública, ajustes normativos o reglamentarios sugeridos, mecanismos financieros, incentivos, fortalecimiento institucional, capacidades, comunidades energéticas y acciones requeridas para facilitar la implementación de la hoja de ruta.
3. Plan operativo de implementación, seguimiento y actualización de la hoja de ruta, que desarrolle las acciones requeridas para ejecutar la hoja de ruta en horizontes de corto, mediano y largo plazo. Este plan deberá incluir responsables, corresponsables, instrumentos requeridos, productos verificables, indicadores, prioridades, riesgos, condiciones habilitantes, mecanismos de coordinación, esquema de gobernanza, periodicidad de seguimiento y criterios para actualizar el portafolio de oportunidades, casos de negocio y pilotos priorizados.

Fase 9. Entrega de información técnica, anexo cartográfico y transferencia de conocimiento

1. Anexo cartográfico SIG que consolide la información espacial recopilada y generada durante la consultoría, incluyendo bases de datos georreferenciadas GDB, capas vectoriales y raster, tablas, matrices, fichas, metadatos, diccionario de datos, simbología, nomenclatura, trazabilidad de fuentes, mapas y cartografía temática, salidas cartográficas y documentación técnica.
2. Herramienta de visualización o visor geográficos, geoaplicación o tablero de control que permita consultar, filtrar, superponer y visualizar los principales resultados del proyecto, conforme a los lineamientos técnicos, tecnológicos y de seguridad definidos por la ANH.
3. Capacitación técnica tipo workshop de transferencia de conocimiento y divulgación de resultados dirigido a los profesionales y actores designados por la ANH, orientado a socializar la hoja de ruta nacional, explicar la metodología aplicada, presentar los diagnósticos, zonas priorizadas, oportunidades, casos de negocio, proyectos piloto, anexo cartográfico y herramienta de visualización.

NOTA 3. Para efectos de la consultoría, se entenderá por matriz un archivo editable, preferiblemente en formato Excel o equivalente, que permita consulta, filtrado, actualización y reutilización por parte de la ANH. Cada matriz deberá incluir, como mínimo, hoja de presentación, versión, responsable, fecha, objetivo, diccionario de datos, descripción de campos, unidades, fuentes, supuestos, criterios de clasificación, observaciones metodológicas y trazabilidad de la información. Cuando aplique, deberá incluir fórmulas, ponderaciones, niveles de confianza, restricciones de uso y control de cambios.

NOTA 4: El anexo cartográfico SIG deberá consolidar la información espacial recopilada, procesada y generada durante la consultoría, incluyendo bases de datos georreferenciadas, capas vectoriales y ráster, tablas asociadas, metadatos descriptivos, diccionario de datos, simbologías, mapas temáticos y producción cartográfica. Las capas, mapas, bases o productos parciales generados durante las fases de trabajo deberán considerarse insumos del anexo cartográfico final, por lo que su valoración económica deberá evitar duplicidades cuando dichos elementos sean consolidados en el producto SIG definitivo.

3. PERFILES PROFESIONALES MÍNIMOS REQUERIDOS.

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 34 de 43</p>
---	--	--

Para efectos del presente proceso, se entenderán como profesiones afines aquellas que, su núcleo básico del conocimiento, plan de estudios o experiencia acreditada, guarden relación directa con las actividades a desarrollar dentro del contrato. La supervisión y /o comité evaluador verificará la correspondencia técnica y funcional del perfil propuesto.

RECURSO HUMANO	CANTIDAD	PERFIL PROFESIONAL	EXPERIENCIA PROFESIONAL	DEDICACIÓN	EXPERIENCIA ESPECÍFICA
Director/a del proyecto	1	<p>Profesional en ingeniería, geología, geociencias, administración de empresas, economía, finanzas, administración pública, ciencia política, relaciones internacionales, planeación y desarrollo social, gestión ambiental, desarrollo territorial, energía.</p> <p>Maestría en: gerencia de proyectos, administración, administración pública, economía, finanzas, políticas públicas, planeación, desarrollo territorial, gestión ambiental, energía, sostenibilidad, geociencias, geología, ingeniería, transición energética o áreas afines.</p>	Mínimo 10 años	100%	<p>Dirección o coordinación de consultorías técnicas y estudios relacionados con energía, geociencias, ambiente, territorio, planeación estratégica o transición energética con participación en liderazgo de equipos interdisciplinarios, control técnico de productos, relacionamiento institucional, estructuración de proyectos, formulación de hojas de ruta, planes estratégicos o instrumentos de planificación.</p>
Coordinador/a técnico de la hoja de ruta	1	<p>Profesional en geología, geociencias, ingeniería geológica, geofísica, ingeniería de petróleos, ingeniería catastral, ingeniería ambiental, ingeniería industrial, economía, administración, planeación, energía.</p> <p>Maestría en geología, geotermia, geociencias, sostenibilidad, planeación estratégica, transición energética, gerencia de proyectos o áreas afines</p>	Mínimo 8 años	100%	<p>Coordinación técnica de estudios interdisciplinarios, consultorías técnicas, integración de diagnósticos, priorización de oportunidades, estructuración conceptual de proyectos, elaboración de hojas de ruta o instrumentos de planificación, con participación en la articulación de componentes técnicos, territoriales, económicos, institucionales o ambientales</p>

					orientados a productos de toma de decisión.
Asesores en recursos geotérmicos	2	<p>Profesional en geología, geociencias, ingeniería geológica, geofísica, hidrogeología, ingeniería de petróleos, ingeniería química, ingeniería catastral, ingeniería ambiental, energía.</p> <p>Maestría en geotermia, energía, geociencias, geología, geoquímica, geofísica, hidrogeología, transición energética, ciencias o áreas afines</p>	Mínimo 6 años	100%	<p>Evaluación, integración o interpretación de información asociada a recursos geotérmicos, geología del subsuelo, manifestaciones termales, gradiente geotérmico, flujo de calor, recursos geotérmicos de baja o media entalpía y rutas progresivas de evaluación y exploración de recursos geotérmicos. También podrán acreditar experiencia en estudios de energías renovables, recursos hídricos subterráneos o caracterización del subsuelo aplicable a geotermia.</p>
Asesor en geociencias	1	<p>Profesional en geología, geociencias, ingeniería geológica, geofísica, hidrogeología, ingeniería catastral, ingeniería ambiental.</p> <p>Maestría en geología, geofísica, geociencias, hidrogeología, geoquímica, recursos hídricos, ciencias o áreas afines.</p>	Mínimo 6 años	100%	<p>Integración e interpretación de información geológica, geofísica, hidrogeológica, geoquímica o de subsuelo para estudios de exploración recursos naturales, recursos hídricos, energía, geotermia, o caracterización territorial. Deberá acreditar experiencia</p>

					en análisis de información técnica, interpretación de datos geocientíficos y soporte a modelos conceptuales o diagnósticos del subsuelo.
Asesor en energía, eficiencia energética, y procesos productivos	1	<p>Profesional en ingeniería mecánica, química, energética, eléctrica, electrónica, electromecánica, industrial, ambiental, civil, agroindustrial.</p> <p>Maestría en energía, sistemas energéticos, gestión energética, eficiencia energética, ingeniería, procesos industriales, sostenibilidad, transición energética o áreas afines.</p>	Mínimo 6 años	100%	<p>Participación en estudios de energía, eficiencia energética, procesos productivos, sistemas térmicos, gestión energética o sustitución de fuentes energéticas en sectores productivos, industriales, agroindustriales, institucionales, comerciales o territoriales. Experiencia en análisis de consumos, identificación de usos de energía, caracterización de procesos, estimación de necesidades energéticas, evaluación de fuentes utilizadas y formulación de oportunidades de mejora, sustitución o aprovechamiento energético.</p>
Asesor en Sistemas de Información Geográfica	1	<p>Profesional en ingeniería catastral, geografía, geomática, geología, geociencias, ingeniería ambiental, ingeniería de sistemas, ingeniería civil, topografía.</p> <p>Maestría en Sistemas de Información Geográfica (SIG), geomática, geoinformática, geografía, análisis espacial, ciencia de datos geoespacial, ciencias o áreas afines</p>	Mínimo 6 años	100%	<p>Gestión, estructuración y análisis de información geoespacial para estudios técnicos, ambientales, territoriales, energéticos o de recursos naturales. Experiencia en construcción de bases de datos geográficas, geodatabases, diccionarios de datos, metadatos,</p>

					integración de capas, cartografía temática, análisis espacial, desarrollo de software geoespacial, generación de producción cartográfica y visualización de información geográfica en visores geográficos web. anejo de herramientas SIG y analítica espacial tales como ArcGIS, QGIS, Google Earth Engine, PostgreSQL/PostGIS, Python, R o software equivalente.
Asesor en modelamiento espacial	1	<p>Profesional en ingeniería catastral y geodesia, geografía, geología, ingeniería ambiental, ingeniería de sistemas, estadística, matemáticas, ingeniería industrial, economía o física</p> <p>Maestría en Sistemas de Información Geográfica (SIG), geomática, análisis espacial, ciencia de datos, estadística aplicada, analítica de datos, geoinformática, modelación territorial o áreas afines.</p>	Mínimo 6 años	100%	<p>Experiencia en desarrollo de modelos espaciales y territoriales, análisis multicriterio, evaluación de aptitud territorial, modelamiento geoespacial e integración de información geoespacial para estudios técnicos, ambientales, energéticos, productivos o de infraestructura. Experiencia en manejo y procesamiento de información geográfica vectorial y ráster, construcción y administración de bases de datos espaciales, automatización de procesos geográficos y elaboración de cartografía temática. Manejo de herramientas SIG y analítica espacial tales como ArcGIS,</p>

					QGIS, Google Earth Engine, PostgreSQL/PostGIS, Python, R o software equivalente.
Asesor económico y financiero	1	<p>Profesional en economía, ingeniería industrial, administración de empresas, contaduría pública, finanzas, ingeniería administrativa, ingeniería energética o áreas afines. Maestría en finanzas, evaluación de proyectos, economía energética, gerencia financiera, sostenibilidad, administración de negocios (MBA) o gerencia de proyectos de energía.</p> <p>Maestría en evaluación de proyectos, finanzas, economía energética, sostenibilidad, gerencia financiera, innovación, negocios, energía, gerencia de proyectos o áreas afines.</p>	Mínimo 6 años	100%	Experiencia en evaluación económica y financiera de proyectos, estimación y análisis de CAPEX y OPEX, costos energéticos, análisis de costo nivelado de energía o calor (LCOE/LCOH), evaluación de ahorro y retorno financiero, VPN, TIR, relación beneficio-costos, análisis de sensibilidad y riesgos, estructuración financiera, modelos de negocio, mecanismos de financiación, esquemas ESCO, APP u otros instrumentos de financiación aplicables a proyectos energéticos, ambientales, productivos o de infraestructura.
Especialista ambiental y territorial	1	<p>Profesional en ingeniería ambiental, ingeniería sanitaria y ambiental, biología, ecología, geografía o administración ambiental.</p> <p>Especialización en gestión ambiental, evaluación de impacto ambiental, ordenamiento territorial, gestión de recursos naturales, derecho ambiental,</p>	Mínimo 4 años	100%	Experiencia en identificación y análisis de restricciones ambientales y territoriales, áreas protegidas, ecosistemas estratégicos, ordenamiento territorial, gestión del recurso hídrico,

		planificación territorial o áreas afines.			instrumentos ambientales, permisos y licenciamiento ambiental, evaluación de riesgos ambientales o viabilidad ambiental preliminar de proyectos de infraestructura, energía o desarrollo territorial.
Especialista social para comunidades energéticas	1	<p>Profesional en sociología, antropología, trabajo social, ciencia política, geografía, comunicación social, desarrollo territorial o administración pública.</p> <p>Especialización en gestión social, desarrollo territorial, participación comunitaria, planeación territorial, sostenibilidad, gestión del desarrollo o áreas afines.</p>	Mínimo 4 años	100%	Experiencia en análisis social y territorial, relacionamiento comunitario, participación ciudadana, caracterización de actores, gobernanza territorial, gestión social de proyectos, enfoque diferencial, resolución de conflictos, aceptación social y fortalecimiento de capacidades comunitarias en proyectos energéticos, ambientales o territoriales.
Especialista jurídico y de política pública	1	<p>Profesional en derecho, ciencia política, economía o administración pública.</p> <p>Especialización en derecho energético, regulación, derecho administrativo, derecho ambiental, políticas públicas, gestión pública, planeación estratégica, sostenibilidad o áreas afines</p>	Mínimo 4 años	100%	Experiencia en análisis normativo y regulatorio, formulación o evaluación de política pública, regulación energética, transición energética, comunidades energéticas, incentivos e instrumentos regulatorios, gestión institucional, análisis de barreras regulatorias, articulación interinstitucional y formulación de recomendaciones

					para implementación y seguimiento de programas o proyectos públicos.
Especialista de mercado y cadena de valor	1	<p>Profesional en economía, administración de empresas, ingeniería industrial, negocios internacionales o ingeniería administrativa</p> <p>Especialización en economía, mercados energéticos, desarrollo productivo, innovación, gerencia de proyectos, sostenibilidad, energía o áreas relacionadas</p>	Mínimo 4 años	100%	Experiencia en análisis de mercado, estudios de oferta y demanda, estructuración de cadenas de valor, identificación de usuarios potenciales, análisis de capacidades productivas, evaluación de proveedores y operadores, modelos de negocio, adopción tecnológica o estructuración de oportunidades productivas y energéticas.
Especialista en gestión de información y conocimiento	1	<p>Profesional en archivística, ciencia de la información, ingeniería de sistemas, ingeniería industrial, geografía o comunicación social</p> <p>Especialización o formación complementaria en gestión documental, gestión de la información, sistemas de información geográfica (SIG), gestión del conocimiento, calidad de datos, comunicación del conocimiento o áreas relacionadas.</p>	Mínimo 4 años	100%	Experiencia en gestión documental, trazabilidad de información, control de versiones, estructuración y administración de bases de datos, metadatos, diccionarios de datos, aseguramiento de calidad de información, consolidación de entregables, transferencia de conocimiento, elaboración de materiales de divulgación y soporte técnico para cierre de proyectos.

VII. LUGAR DE EJECUCION

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 41 de 43</p>
---	--	--

Las actividades que demanden trabajo en oficina se desarrollarán en el lugar donde tenga jurisdicción el ejecutor. 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.

VIII. 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.

IX. 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.

X. MIPYMES

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 ____

XI. 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 ____

I. 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 **21 de mayo de 2026**.


II. 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
Vicepresidenta Técnica
VICEPRESIDENCIA TÉCNICA

Anexos: Anexo 1 para la presentación de la propuesta económica
Anexo 2. Condiciones Técnicas

Aprobó: Hugo Hernán Buitrago Garzón - Gerente Gestión del Conocimiento (E) 

Revisó y Proyectó: Leily Johanna Candela Becerra - Contratista / Componente Técnico

GS

César Augusto Suárez Herrera - Contratista / Componente Técnico

CASH

Paula Alexandra Arcila Gallego - Contratista / Componente Técnico

Paula Arcila