



Al contestar cite Radicado 20252010131903 Id: 1725045
Folios: 28 Fecha: 07-02-2025 14:54:09
Anexos: 1 ARCHIVOS INFORMÁTICOS (PDF, WORD, EXCEL, PPT, ZIP)
Remitente: VICEPRESIDENCIA TECNICA
Destinatario: OFICINA ASESORA JURIDICA

SONDEO DE MERCADO

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

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

I. NUMERO DE PROCESO DE COTIZACION:

II. DE LA NECESIDAD:

La transición energética en Colombia se ha consolidado como un pilar fundamental en la estrategia de desarrollo sostenible del país, con el objetivo de diversificar la matriz energética, reducir la dependencia de combustibles fósiles y minimizar la huella de carbono. En este proceso, la energía geotérmica ha emergido como una alternativa clave dentro de las fuentes no convencionales de energía, debido a su capacidad de generación continua, su bajo impacto en la variabilidad climática y su compatibilidad con otras tecnologías renovables.

Colombia tiene un gran potencial geotérmico asociado a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que hace que sea una región con alta actividad volcánica, a la cual está asociada la actividad geotérmica. Los estudios realizados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y otras entidades han identificado varias zonas estratégicas con alto potencial para la generación geotérmica, entre ellas:

- Macizo Volcánico del Ruiz (Caldas y Tolima).
- Estructura volcánica de Paipa-Iza (Boyacá).
- Zona de influencia de los volcanes Chiles, Cerro Negro y Tufiño (Nariño).

- Sistemas geotérmicos en el Caribe colombiano.

A pesar de este potencial, la geotermia en Colombia aún se encuentra en una etapa incipiente en comparación con otras fuentes renovables, como la solar y la eólica. Actualmente, no existen plantas geotérmicas en operación comercial, y los proyectos en desarrollo enfrentan barreras tecnológicas, regulatorias y financieras. Además, la falta de metodologías estandarizadas para evaluar y mitigar impactos ambientales y sociales representa un desafío clave en la implementación de proyectos geotérmicos.

En este contexto, el proyecto "Plataforma de Monitoreo Integrado para la Evaluación de Tecnologías Limpias en la Transición Energética de Colombia" surge como una respuesta integral a las necesidades de evaluación y gestión de los impactos asociados a estas iniciativas. Específicamente para la vigencia 2025, se focalizará en la Ruta Geotérmica, estableciendo una metodología integral para la evaluación de los impactos ambientales y sociales en proyectos de generación de energía a partir de fuentes geotérmicas.

En virtud de lo anterior, se desarrollará una plataforma tecnológica (software, aplicativo, etc.) basada en la Evaluación del Ciclo de Vida (LCA, por sus siglas en inglés), que permita garantizar un análisis integral de los proyectos geotérmicos desde su fase de exploración, perforación y explotación, hasta su operación y eventual cierre. La plataforma tecnológica seleccionada deberá incluir tecnologías emergentes como Internet de las Cosas (IoT), Blockchain, Big Data e Inteligencia Artificial, permitiendo un monitoreo en tiempo real de indicadores críticos como emisiones de gases, calidad del agua, estabilidad geológica y eficiencia térmica.

III. OBJETO A CONTRATAR:

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar metodologías y herramientas tecnológicas integrales para evaluar y gestionar de manera efectiva los impactos ambientales y sociales de los proyectos de energías renovables en Colombia (Caso de Estudio No 1 - Ruta Geotérmica).

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:

SEGMENT O	FAMILIA	CLASE	PRODUCTO	NOMBRE
80	11	16	21	Servicios temporales de investigación y desarrollo
81	14	19	02	Servicio de investigación y desarrollo de aplicaciones o tecnologías.
80	10	16	00	Gerencia de proyectos.

ASPECTOS TÉCNICOS Y ACTIVIDADES A EJECUTAR:

La metodología del proyecto se fundamenta en las mejores prácticas para el diseño, programación e implementación de sensores, herramientas de análisis y visualización de datos, así como el uso de frameworks de desarrollo ágil y de gestión de proyectos. En este proyecto, la aplicación metodológica contiene prácticas que abarcan integralmente la gestión de proyectos, gestión de procesos técnicos relacionados con la ingeniería electrónica, de telecomunicaciones y de software, así como, otros procesos de apoyo utilizados en el desarrollo y verificación de la calidad del producto.

A continuación, se presenta la estructura metodológica para la ejecución del proyecto:

Objetivo general:

Desarrollar metodologías y herramientas tecnológicas integrales para evaluar y gestionar de manera efectiva los impactos ambientales y sociales de los proyectos de energías renovables en Colombia (Caso de Estudio No 1 - Ruta Geotérmica)

Objetivo específico No 1. Implementar metodologías integrales para evaluar todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto basado en energía geotérmica

FASE No 1. MARCO METODOLÓGICO LCA

La Fase No 1, denominada "Marco Metodológico LCA," se centra en el desarrollo de una base metodológica robusta y específica para evaluar los impactos ambientales, sociales y económicos de los proyectos de energía geotérmica en Colombia. Este marco integrará estándares internacionales y mejores prácticas adaptadas al contexto local, considerando las particularidades técnicas, sociales, económicas y regulatorias del país. La metodología empleada se fundamenta en el Análisis de Ciclo de Vida (LCA), una herramienta reconocida globalmente por su capacidad para evaluar de manera integral los impactos a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto, desde la etapa de diseño hasta su operación y desmantelamiento.

El marco metodológico será diseñado con un enfoque técnico y participativo, incorporando evidencia científica, consultas con expertos y la perspectiva de stakeholders clave como comunidades locales, instituciones académicas y actores del sector energético. Su objetivo principal es proporcionar directrices claras y herramientas prácticas que permitan la evaluación integral de los proyectos geotérmicos, identificando áreas de mejora y garantizando la sostenibilidad ambiental, social y económica.

A lo largo de esta fase, se abordarán aspectos críticos como la identificación de metodologías relevantes para el contexto colombiano, la definición de objetivos específicos que guíen las evaluaciones, la selección de indicadores clave para medir los impactos, y el diseño estructurado del marco metodológico. Estas acciones estarán alineadas con los compromisos nacionales en transición energética y sostenibilidad, así como con estándares internacionales como los establecidos por la ISO 14040 y 14044.

El marco metodológico diseñado será validado mediante procesos participativos y sistematizado en un manual técnico que detalle los procedimientos, herramientas, indicadores y protocolos definidos. Este producto final no solo garantizará la pertinencia y aplicabilidad del marco en el contexto nacional, sino que también servirá como una guía central para la evaluación y mejora continua de proyectos geotérmicos, promoviendo una transición energética responsable y sostenible en Colombia.

A continuación, se describe las actividades a desarrollar en esta fase:

Actividad No 1. Identificación de metodologías existentes en LCA para proyectos energéticos de fuentes no convencionales, con énfasis principal en la energía geotérmica.

La identificación de metodologías existentes en LCA (Análisis de Ciclo de Vida) para proyectos basados en energía geotérmica requiere un enfoque estructurado y orientado a las necesidades específicas del contexto colombiano. Esta actividad se centrará en realizar una revisión exhaustiva de fuentes técnicas, normativas y académicas que permitan identificar metodologías relevantes, enfoques aplicables y brechas existentes en la evaluación integral de proyectos geotérmicos. Además, se priorizarán metodologías que aborden las características particulares de la geotermia en cuanto a impactos ambientales, sociales y económicos, considerando la sostenibilidad en todas las fases del ciclo de vida: diseño, operación y desmantelamiento. Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Realizar una búsqueda sistemática en bases de datos científicas y técnicas especializadas (por ejemplo, Scopus, Web of Science) con términos específicos relacionados con energía geotérmica y LCA.
- Compilar y analizar estándares internacionales (ISO 14040 e ISO 14044) y normativas nacionales aplicables a proyectos geotérmicos en Colombia.
- Evaluar estudios de caso exitosos de LCA en proyectos geotérmicos, identificando buenas prácticas, enfoques innovadores y resultados clave.
- Examinar herramientas tecnológicas utilizadas en la implementación del LCA en proyectos geotérmicos, determinando su viabilidad para el contexto colombiano.
- Consultar expertos nacionales e internacionales en geotermia para validar la relevancia de las metodologías seleccionadas y adaptarlas a las condiciones locales.
- Sistematizar los hallazgos en un informe técnico, destacando las metodologías más relevantes, las áreas de oportunidad y las recomendaciones para la implementación.

Esta actividad establece una base técnica sólida para el desarrollo del marco metodológico LCA específico para la energía geotérmica, asegurando que las evaluaciones incluyan estándares internacionales adaptados a la realidad nacional. Además, facilita la identificación de metodologías que respalden la sostenibilidad y la eficiencia de los proyectos, contribuyendo al fortalecimiento de los procesos de planificación y gestión en el sector energético.

Actividad No 2. Establecimiento de los objetivos específicos del marco metodológico que aseguren la evaluación integral de las fases de diseño, operación y desmantelamiento de proyectos basados en energía geotérmica.

El establecimiento de los objetivos específicos del marco metodológico centrado en proyectos de energía geotérmica exige un enfoque estructurado y participativo que considere las particularidades técnicas, ambientales y sociales de esta fuente energética en el contexto colombiano. Esta actividad se enfocará en definir objetivos claros y medibles que aborden las necesidades específicas de evaluación en cada etapa del ciclo de vida (diseño, operación y desmantelamiento) de los proyectos geotérmicos. Los objetivos estarán alineados con los principios de sostenibilidad, las normativas internacionales aplicables al LCA (Análisis de Ciclo de Vida) y las prioridades nacionales de transición energética.

Para garantizar la pertinencia y viabilidad de los objetivos, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Realizar una revisión documental y técnica sobre los principales retos en la evaluación de impactos ambientales, sociales y económicos en proyectos geotérmicos, considerando el diseño, operación y desmantelamiento.
- Utilizar herramientas metodológicas como el marco lógico y técnicas de planificación estratégica para desarrollar objetivos que sean claros, medibles, alcanzables, relevantes y delimitados en el tiempo (SMART).
- Llevar a cabo reuniones técnicas con expertos en LCA, sostenibilidad y geotermia para revisar los objetivos preliminares, garantizando su alineación con estándares internacionales y con la capacidad técnica del marco metodológico.
- Elaborar un documento técnico que detalle los objetivos específicos del marco metodológico, destacando cómo estos permitirán evaluar de manera integral las etapas del ciclo de vida de proyectos geotérmicos, con un enfoque en la sostenibilidad y las necesidades del contexto nacional.

Esta actividad es fundamental para el proyecto, ya que establece las metas específicas que orientarán el diseño, la implementación y la evaluación del marco metodológico para proyectos geotérmicos. Además, asegura que el marco esté adaptado a las particularidades de la energía geotérmica en Colombia, promoviendo la sostenibilidad ambiental, social y económica en el desarrollo de este tipo de proyectos. Los objetivos específicos servirán como un punto de referencia clave para medir el impacto y la eficacia del marco en la evaluación integral de los proyectos.

Actividad No 3. Selección de los indicadores para medir impactos ambientales, sociales y económicos durante el ciclo de vida de los proyectos de energía geotérmica.

La selección de los indicadores para evaluar los impactos ambientales, sociales y económicos de proyectos de energía geotérmica requiere un enfoque técnico, adaptativo y participativo que refleje las particularidades de esta fuente energética en el contexto colombiano. Esta actividad permitirá identificar métricas claras y aplicables que aborden los impactos más relevantes en las etapas de diseño, operación y desmantelamiento de proyectos geotérmicos, asegurando que estén alineadas con los principios de sostenibilidad y las necesidades locales. Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Realizar una búsqueda exhaustiva de los indicadores utilizados en el análisis de ciclo de vida (LCA) en proyectos geotérmicos, incluyendo métricas reconocidas internacionalmente como huella de carbono, eficiencia térmica, impacto en los acuíferos y la generación de empleo local, considerando estándares como ISO 14040 e ISO 14044.
- Involucrar a especialistas en sostenibilidad, economía y geotermia para validar los indicadores identificados en la revisión, asegurando su relevancia y viabilidad en el contexto nacional.
- Ajustar los indicadores internacionales a las características locales, considerando elementos como los ecosistemas específicos donde se desarrollarán los proyectos, las dinámicas sociales de las comunidades cercanas y los requisitos normativos nacionales.
- Evaluar los indicadores en función de su relevancia, viabilidad técnica, capacidad de medición, alineación con los objetivos del marco metodológico y su utilidad para la toma de decisiones en proyectos geotérmicos.
- Estructurar fichas para cada indicador seleccionado, detallando su definición, metodología de cálculo, frecuencia de medición, fuentes de datos y responsabilidades de monitoreo.
- Desarrollar talleres con stakeholders clave (gobierno, sector privado, comunidades locales y academia) para revisar y ajustar los indicadores seleccionados, integrando sus perspectivas para asegurar su aplicabilidad y aceptación.

Esta actividad es esencial para dotar al marco metodológico de herramientas cuantitativas y cualitativas que permitan medir y monitorear los impactos ambientales, sociales y económicos en proyectos geotérmicos. Los indicadores seleccionados no solo servirán como base para el monitoreo y la evaluación, sino que también contribuirán a garantizar la sostenibilidad, la mejora continua y la toma de decisiones informadas durante todo el ciclo de vida de los proyectos.

Actividad No 4. Diseño del marco metodológico para el contexto nacional - Ruta Geotérmica

El diseño del marco metodológico para el análisis del ciclo de vida (LCA) enfocado en proyectos de energía geotérmica en Colombia requiere una estructuración técnica, escalonada y específica para este caso de estudio.

Este proceso integrará las realidades sociales, económicas, ambientales y regulatorias del país, considerando cada fase clave de la metodología LCA: definición de objetivos y alcance, inventario del ciclo de vida, evaluación de impactos y análisis de interpretación. Se priorizará un enfoque iterativo que combine análisis técnico y validaciones participativas, asegurando su aplicabilidad en el contexto local y su alineación con los principios de sostenibilidad.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- Definir el alcance del marco metodológico específico para geotermia:
 - Integrar los objetivos generales y específicos del marco, asegurando alineación con los compromisos nacionales en sostenibilidad y transición energética.

- Delimitar los límites del sistema, definiendo con precisión las etapas del ciclo de vida de los proyectos geotérmicos (exploración, diseño, operación y clausura) y los flujos relevantes de materiales, energía y emisiones.
- Desarrollar el modelo de inventario del ciclo de vida (LCI):
 - Diseñar un esquema técnico para recopilar datos específicos de proyectos geotérmicos, priorizando fuentes confiables y adaptadas al contexto colombiano (bases de datos nacionales, mediciones locales, estudios previos).
 - Identificar las herramientas tecnológicas que asegurarán la calidad y trazabilidad de los datos, como sistemas de monitoreo en tiempo real.
- Diseñar la evaluación del impacto del ciclo de vida (LCIA):
 - Seleccionar modelos y metodologías de evaluación de impactos que reflejen las condiciones geotécnicas y ambientales del país.
 - Identificar las categorías de impacto más relevantes, como emisiones de CO₂, efectos en acuíferos, alteraciones sísmicas, biodiversidad afectada y generación de beneficios socioeconómicos.
- Establecer el proceso de interpretación de resultados:
 - Diseñar directrices claras para el análisis crítico de resultados, identificando puntos críticos y áreas de mejora en el ciclo de vida de los proyectos geotérmicos.
 - Proponer estrategias de mitigación específicas y recomendaciones accionables basadas en los resultados obtenidos.
- Integrar herramientas tecnológicas y metodológicas:
 - Incorporar tecnologías emergentes como IoT, big data y modelos predictivos para respaldar las etapas del LCA.
 - Diseñar protocolos de interoperabilidad que aseguren la compatibilidad entre las herramientas y actores involucrados en el desarrollo y monitoreo de los proyectos geotérmicos.
- Validar y documentar el marco metodológico:
 - Realizar talleres de validación con expertos en geotermia, instituciones académicas, comunidades locales y otros stakeholders para evaluar la coherencia, relevancia y aplicabilidad del marco.
 - Sistematizar el marco metodológico en un manual técnico que incluya los procesos, herramientas, indicadores y protocolos establecidos.

Esta actividad será crucial para garantizar que los análisis de ciclo de vida en proyectos de energía geotérmica estén plenamente adaptados a las condiciones locales, permitiendo evaluaciones integrales y basadas en la evidencia. El marco metodológico diseñado será una guía técnica y práctica para evaluar, monitorear y mitigar los impactos de los proyectos geotérmicos, promoviendo su sostenibilidad y facilitando la transición hacia una matriz energética más limpia y eficiente.

	<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 28</p>
---	--	---

Objetivo específico No 2. Incorporar tecnologías emergentes en la evaluación y monitoreo de proyectos de energías renovables (Énfasis Ruta Geotérmica)

FASE No 2. DESARROLLO TECNOLÓGICO

La Fase No. 2: Desarrollo Tecnológico, se centra en la implementación de soluciones técnicas avanzadas que permitan integrar y operativizar las tecnologías emergentes necesarias para el monitoreo, análisis y evaluación de proyectos geotérmicos en Colombia. Esta fase constituye el núcleo técnico del proyecto, asegurando que los sistemas tecnológicos diseñados sean robustos, escalables y adaptados a las particularidades del contexto geotérmico, desde la medición en tiempo real hasta la generación de datos procesables para la toma de decisiones. En esta etapa se desarrolla la infraestructura tecnológica requerida para recopilar, procesar y analizar grandes volúmenes de datos geotérmicos. Esto incluye desde el diseño de arquitecturas modulares que faciliten la interoperabilidad entre componentes tecnológicos hasta la implementación de sensores IoT para monitorear variables críticas como temperatura, emisiones, presión y flujo de agua. Además, se prioriza la integración de plataformas de análisis de big data, que permitirán la gestión eficiente de los datos generados, optimizando su procesamiento y visualización mediante herramientas interactivas y adaptadas a los usuarios finales.

La fase también contempla la incorporación de modelos predictivos basados en inteligencia artificial, capaces de identificar patrones y proponer recomendaciones que optimicen la operación de los proyectos geotérmicos, promoviendo así una gestión proactiva y sostenible. La validación del sistema diseñado se realiza mediante pruebas funcionales exhaustivas, que aseguran que cada componente opere eficientemente y cumpla con los requisitos definidos. Estas pruebas evalúan la integración y el desempeño del sistema en condiciones reales, garantizando su confiabilidad, calidad y capacidad para ofrecer resultados en tiempo real.

El desarrollo de esta fase no solo establece las bases técnicas para la evaluación integral de impactos ambientales, sociales y económicos, sino que también habilita una infraestructura tecnológica robusta que permite enfrentar los desafíos específicos de los proyectos geotérmicos. Su enfoque en la implementación de tecnologías emergentes asegura que el sistema sea flexible y capaz de adaptarse a futuros avances tecnológicos y a las necesidades dinámicas del sector energético colombiano. La Fase No. 2 representa un paso crítico hacia la modernización y sostenibilidad de los procesos de monitoreo y evaluación, proporcionando herramientas tecnológicas avanzadas que faciliten la transición energética en el país.

A continuación, se describe las actividades que hacen parte de esta fase:

Actividad No 5. Levantamiento de los requisitos para comprender las necesidades del proyecto y definir un roadmap tecnológico

El levantamiento de los requisitos para los proyectos basados en energía geotérmica es una actividad esencial que emplea metodologías técnicas y participativas para identificar, analizar y estructurar las necesidades específicas del proyecto en términos de tecnologías emergentes y soluciones operativas. Esta actividad tiene como objetivo principal recopilar información clave para desarrollar un roadmap tecnológico que guíe la

implementación de las herramientas y los sistemas adaptados a las particularidades técnicas, sociales y ambientales del contexto colombiano, con énfasis en la energía geotérmica.

El proceso se estructurará en torno a un análisis profundo de las necesidades del proyecto, priorizando las tecnologías emergentes que permitan optimizar la recopilación y gestión de datos, el monitoreo en tiempo real y la evaluación integral de impactos. Estas tecnologías, como IoT, big data y sistemas de visualización interactiva, serán seleccionadas con base en su viabilidad técnica y su capacidad de aportar a los objetivos del marco metodológico. La metodología incluirá herramientas como entrevistas, talleres colaborativos y el análisis de casos de uso específicos para el contexto de proyectos geotérmicos.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- Realizar entrevistas estructuradas y semiestructuradas con stakeholders clave, como técnicos expertos, operadores de proyectos geotérmicos, comunidades locales y entidades reguladoras, para identificar necesidades técnicas y operativas específicas.
- Organizar talleres participativos con equipos técnicos y usuarios potenciales para identificar los flujos de trabajo críticos y los casos de uso prioritarios, garantizando que las tecnologías propuestas respondan de manera efectiva a las necesidades del proyecto.
- Revisar documentación técnica y normativa relevante para asegurar que los requisitos estén alineados con estándares internacionales (como ISO 14040/14044) y las disposiciones regulatorias colombianas relacionadas con proyectos de energía geotérmica.
- Definir criterios de priorización para clasificar los requisitos con base en su relevancia, factibilidad técnica y el nivel de impacto en los objetivos del proyecto, utilizando matrices de impacto-esfuerzo y análisis multicriterio.
- Diseñar un roadmap tecnológico que detalle las fases de implementación tecnológica, estableciendo cronogramas, hitos clave, responsables y puntos de control específicos para la transición hacia el uso de tecnologías emergentes en proyectos geotérmicos.
- Validar el roadmap con los actores relevantes, incorporando retroalimentación para asegurar su viabilidad técnica y operativa en contextos reales de proyectos geotérmicos.

Esta actividad es crucial para garantizar que las tecnologías emergentes sean seleccionadas, priorizadas e implementadas de manera estratégica, maximizando su contribución a la evaluación y gestión integral de proyectos geotérmicos. El roadmap resultante proporcionará una guía estructurada para una adopción tecnológica efectiva, alineada con las metas de sostenibilidad, monitoreo en tiempo real y optimización de procesos en el sector energético colombiano.

Actividad No 6. Diseño de la arquitectura del sistema y las integraciones tecnológicas

El diseño de la arquitectura del sistema y las integraciones tecnológicas enfocadas en proyectos de energía geotérmica requiere un enfoque técnico y estructurado que permita la interoperabilidad, escalabilidad y adaptabilidad del sistema a las condiciones específicas de este tipo de energía en Colombia. La arquitectura del

sistema será desarrollada para integrar de manera efectiva las tecnologías emergentes (IoT, big data, modelos predictivos) necesarias para el monitoreo y evaluación de impactos ambientales, sociales y económicos en proyectos geotérmicos.

Se diseñará un esquema modular que facilite la conexión y operación de los distintos componentes tecnológicos, garantizando que cada uno cumpla un rol claro y eficiente. Además, se definirán las interfaces, protocolos de comunicación e interoperabilidad que permitirán la integración fluida de los datos recopilados y procesados. Este diseño también considerará los desafíos específicos asociados a los proyectos geotérmicos, como la medición en tiempo real de variables críticas (temperatura del subsuelo, emisiones, uso de agua) y la generación de datos confiables.

Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Analizar los requisitos tecnológicos y funcionales recopilados previamente, asegurando que el diseño de la arquitectura responda a las necesidades específicas de los proyectos geotérmicos.
- Seleccionar un enfoque de arquitectura modular, con componentes que permitan la integración de sensores IoT, herramientas de análisis de big data y modelos predictivos para la evaluación de impactos.
- Diseñar diagramas de arquitectura lógica y física, que detallen las relaciones entre componentes, los flujos de datos y las rutas de comunicación en el sistema.
- Definir protocolos de comunicación e interoperabilidad, como MQTT para IoT, APIs para las integraciones de datos y estándares tecnológicos específicos aplicables a geotermia.
- Identificar plataformas y herramientas tecnológicas que optimicen el funcionamiento del sistema y permitan monitorear variables críticas en tiempo real.
- Validar la arquitectura propuesta mediante simulaciones y revisiones técnicas con expertos en tecnología y energía geotérmica, ajustándola según las necesidades específicas del caso de estudio.

Esta actividad establece la base técnica que asegura el funcionamiento eficiente de las tecnologías emergentes en proyectos de energía geotérmica, permitiendo recopilar, procesar y analizar datos en tiempo real. La arquitectura diseñada garantizará la capacidad del sistema para manejar grandes volúmenes de datos y proporcionar información confiable para la toma de decisiones, contribuyendo directamente al éxito del proyecto.

Nota: En cualquier caso, la solución tecnológica seleccionada será de propiedad de la ANH, así como su código fuente.

Actividad No 7. Construcción y despliegue de las tecnologías emergentes en el sistema

La construcción y despliegue de las tecnologías emergentes representa la fase de implementación práctica del sistema diseñado para proyectos de energía geotérmica. Este proceso integrará las tecnologías planificadas en la arquitectura, asegurando que cada componente funcione de manera eficiente y cumpla con los objetivos del proyecto. A través de un enfoque iterativo, se implementarán y probarán las tecnologías para garantizar su desempeño en escenarios reales.

Esta actividad incluye la instalación de sensores IoT específicos para monitorear variables críticas en proyectos geotérmicos, como temperatura, presión, emisiones de gases y flujo de agua. Además, se implementarán plataformas de análisis de big data para procesar grandes volúmenes de datos, facilitando la generación de información clave para la toma de decisiones en tiempo real.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- Desarrollar e instalar la infraestructura de sensores IoT en sitios estratégicos de proyectos geotérmicos, asegurando la recopilación de datos en tiempo real sobre variables críticas.
- Configurar sistemas de big data que permitan la ingesta, almacenamiento, procesamiento y visualización de datos, utilizando herramientas avanzadas para análisis y monitoreo.
- Entrenar y desplegar modelos predictivos, basados en inteligencia artificial, para identificar patrones y generar recomendaciones orientadas a optimizar los procesos geotérmicos.
- Realizar pruebas unitarias e integradas, verificando que cada componente tecnológico funcione correctamente y se integre de manera efectiva con el sistema global.
- Desplegar las tecnologías en entornos operativos reales, monitoreando su desempeño y ajustando el sistema para garantizar un funcionamiento óptimo.

Esta actividad es fundamental para traducir el diseño conceptual en un sistema operativo que soporte el monitoreo y la evaluación de proyectos geotérmicos. La implementación de estas tecnologías emergentes garantizará la confiabilidad, escalabilidad y capacidad del sistema para generar datos útiles y promover la sostenibilidad en el sector de la energía geotérmica en Colombia.

Actividad No 8: Desarrollo de una interfaz para la visualización de los datos

El desarrollo de una interfaz para la visualización de datos en proyectos geotérmicos requiere un enfoque técnico y centrado en el usuario, adaptado a las necesidades específicas de este tipo de energía en el contexto colombiano. La interfaz será diseñada para proporcionar acceso a datos generados por tecnologías emergentes (IoT, big data y modelos predictivos), presentando información relevante de manera intuitiva y visualmente efectiva para facilitar la toma de decisiones informadas.

El diseño de la interfaz priorizará la experiencia del usuario (UX/UI), asegurando que los datos sobre impactos ambientales, sociales y económicos se presenten en tiempo real mediante gráficos dinámicos, mapas interactivos y dashboards personalizables. Además, la interfaz incluirá alertas automatizadas y funcionalidades para la generación de informes que apoyen la evaluación integral de proyectos geotérmicos en las etapas de diseño, operación y desmantelamiento.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- Realizar talleres y entrevistas con los usuarios finales (autoridades, operadores y comunidades locales) para identificar sus necesidades en cuanto a visualización de datos y generación de reportes.

- Diseñar prototipos interactivos de la interfaz, utilizando herramientas de diseño como Figma, que reflejen funcionalidades clave como dashboards y gráficos dinámicos.
- Seleccionar tecnologías frontend y backend apropiadas para el desarrollo de la interfaz, como React para la construcción del frontend y plataformas que aseguren conectividad en tiempo real con las bases de datos y sensores IoT.
- Implementar módulos interactivos, como mapas para el monitoreo de variables geotérmicas (temperatura, presión, emisiones) y gráficos que muestren tendencias e impactos.
- Realizar pruebas de usabilidad con usuarios clave, recogiendo retroalimentación para optimizar la interfaz y garantizar su facilidad de uso y aplicabilidad.
- Integrar la interfaz con los sistemas tecnológicos existentes, asegurando el acceso en tiempo real a datos recopilados y procesados por sensores IoT y modelos de big data.

Esta actividad es esencial para traducir la complejidad de los datos técnicos en herramientas prácticas que permitan a los usuarios finales analizar y tomar decisiones estratégicas. La interfaz desarrollada fortalecerá la capacidad de monitoreo y evaluación de los proyectos geotérmicos, promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en la gestión de datos críticos.

Actividad No 9: Realización de pruebas funcionales para asegurar que los sistemas cumplan con los requisitos definidos y funcionen de manera eficiente

La realización de pruebas funcionales en sistemas diseñados para monitorear y evaluar proyectos geotérmicos es una actividad esencial para garantizar la calidad, confiabilidad y desempeño del sistema. Estas pruebas permitirán verificar que las tecnologías implementadas (IoT, big data y modelos predictivos) cumplan con los requisitos definidos y operen de manera integrada, manejando grandes volúmenes de datos y ofreciendo resultados en tiempo real.

El proceso de pruebas seguirá un enfoque iterativo y estructurado, aplicando metodologías de pruebas de software como pruebas unitarias, de integración, de desempeño y de aceptación por parte de los usuarios finales. Estas pruebas evaluarán tanto el correcto funcionamiento de cada componente como su interacción dentro del sistema global.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- Diseñar un plan de pruebas, incluyendo casos específicos para validar la funcionalidad de los sensores IoT, algoritmos de análisis de big data y modelos predictivos aplicados a proyectos geotérmicos.
- Realizar pruebas unitarias para verificar que cada componente tecnológico (sensores, algoritmos) cumpla con sus especificaciones.
- Implementar pruebas de integración, asegurando que los módulos tecnológicos interactúen de manera eficiente y sin errores en los flujos de datos.

- Evaluar el desempeño del sistema mediante pruebas de carga y estrés, verificando su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos geotérmicos y múltiples usuarios simultáneamente.
- Realizar pruebas de aceptación por parte de usuarios clave, asegurando que el sistema responda a sus necesidades y expectativas, adaptado a las condiciones del caso de estudio.
- Documentar los resultados de las pruebas y aplicar mejoras basadas en los hallazgos, optimizando la funcionalidad y confiabilidad del sistema.

Esta actividad es fundamental para garantizar que el sistema tecnológico sea robusto, confiable y eficiente en la evaluación de proyectos de energía geotérmica. Las pruebas funcionales aseguran que cada componente opere correctamente, fortaleciendo la capacidad del proyecto para ofrecer datos útiles y promover decisiones informadas en el sector energético.

Objetivo Específico No 3. Fortalecer las competencias y habilidades técnicas en el uso y apropiación de tecnologías emergentes para la gestión de proyectos energéticos

FASE No 3. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

La Fase No. 3: Transferencia de conocimiento, se centra en la consolidación de capacidades técnicas, sociales y organizativas que aseguren la apropiación efectiva del marco metodológico y las tecnologías desarrolladas en las fases anteriores por parte de los actores clave y las comunidades locales involucradas en proyectos de energía geotérmica. Esta fase tiene como propósito principal facilitar el entendimiento, la implementación y el uso de las herramientas y metodologías diseñadas, promoviendo la integración de perspectivas diversas y el empoderamiento de las comunidades como protagonistas activos en la gestión de estos proyectos. A través de acciones estratégicas de capacitación y validación, se busca generar un impacto significativo en la comprensión y el uso adecuado de las soluciones propuestas, garantizando su sostenibilidad y viabilidad operativa en el contexto colombiano.

Esta fase integra un enfoque participativo y adaptativo, considerando las particularidades de los diferentes grupos involucrados, desde equipos técnicos especializados hasta comunidades locales. Se prioriza la transferencia de conocimientos de manera estructurada y práctica, combinando elementos teóricos con ejercicios aplicados que permitan a los participantes interiorizar y aplicar los conceptos, metodologías y herramientas tecnológicas en situaciones reales o simuladas. El diseño de las actividades está orientado a promover la colaboración entre los diferentes sectores, asegurando que las acciones implementadas sean inclusivas, equitativas y adaptadas a las necesidades y capacidades de los actores participantes.

Asimismo, la fase contempla la creación de espacios de retroalimentación y validación colectiva, donde se garantice que las herramientas y metodologías desarrolladas respondan no solo a altos estándares técnicos, sino también a las expectativas y necesidades específicas del contexto sociocultural y operativo de los proyectos de energía geotérmica. Estos espacios permiten enriquecer el diseño inicial mediante la integración de aportes provenientes de experiencias y conocimientos locales, fortaleciendo la pertinencia y eficacia de las soluciones planteadas. Además, se considera el fortalecimiento de capacidades técnicas mediante procesos de formación

estructurados, que incluyan materiales pedagógicos especializados, dinámicas prácticas y sistemas de acompañamiento técnico continuo para facilitar la transición hacia el uso autónomo y eficiente de las herramientas y metodologías.

Una de las prioridades fundamentales de esta fase es sentar las bases para la implementación futura de mecanismos de participación comunitaria en la planificación y monitoreo de proyectos de energía no convencional. En este sentido, se busca estructurar una ruta metodológica que articule de manera efectiva las perspectivas comunitarias con los procesos técnicos y de gestión de los proyectos, promoviendo un enfoque de gobernanza colaborativa que fomente la inclusión, la transparencia y la sostenibilidad social en el desarrollo energético. Este esfuerzo contribuye a fortalecer el tejido social y a consolidar estructuras participativas que permitan a las comunidades locales desempeñar un rol activo y autónomo en la gestión de los recursos tecnológicos y en la toma de decisiones relacionadas con los proyectos.

La Fase No. 3 constituye un componente esencial del proyecto, ya que permite traducir los avances técnicos y metodológicos en capacidades concretas que aseguren su adopción, uso y sostenibilidad a largo plazo. Mediante la transferencia de conocimiento y la construcción de capacidades locales, esta fase no solo promueve la implementación efectiva de las soluciones propuestas, sino que también fortalece las bases para un desarrollo energético inclusivo y sostenible, alineado con los objetivos de transición energética y sostenibilidad ambiental del país.

A continuación, se relaciona las actividades que hacen parte de esta fase:

Actividad No 10. Realización de talleres participativos con stakeholders clave (comunidades, academia, sector privado) para validar el marco metodológico de la Ruta Geotérmica

La validación del marco metodológico diseñado para proyectos geotérmicos en Colombia a través de talleres participativos constituye un paso fundamental para asegurar su aplicabilidad, pertinencia técnica y aceptación por parte de los stakeholders clave. Esta actividad se llevará a cabo una vez concluido el diseño del marco metodológico en la Fase No. 1, y tiene como objetivo recoger retroalimentación estructurada que permita ajustar y fortalecer el marco antes de su implementación.

El enfoque metodológico de esta actividad estará orientado a la co-creación y el análisis técnico colaborativo, integrando perspectivas de actores representativos de los sectores académico, empresarial, gubernamental y comunitario. Los talleres se diseñarán para evaluar la claridad, viabilidad y relevancia del marco metodológico, con especial énfasis en los indicadores, herramientas y procedimientos propuestos para la evaluación de proyectos geotérmicos en el contexto nacional. Asimismo, se garantizará que los participantes comprendan las especificidades técnicas del marco y puedan aportar observaciones fundamentadas.

Para desarrollar esta actividad, se realizarán las siguientes acciones:

- Definir los objetivos y la agenda de los talleres: Cada sesión estará estructurada para abordar componentes clave del marco metodológico, tales como objetivos específicos, metodologías propuestas,

indicadores seleccionados y herramientas tecnológicas integradas. Los objetivos incluirán la identificación de fortalezas, oportunidades de mejora y recomendaciones concretas para el marco.

- Convocar a los stakeholders clave: Se garantizará una representación diversa y equilibrada de los sectores involucrados en los proyectos geotérmicos, incluyendo comunidades locales, expertos académicos, representantes del sector privado y autoridades gubernamentales. La convocatoria se diseñará para fomentar la participación activa y equitativa de todos los actores relevantes.
- Preparar materiales técnicos y visuales: Se desarrollarán materiales de apoyo como presentaciones, diagramas, infografías y simulaciones que expliquen de manera clara y técnica los componentes del marco metodológico, facilitando la comprensión por parte de los participantes.
- Facilitar dinámicas participativas: Los talleres incluirán mesas de trabajo, ejercicios de análisis grupal y sesiones de discusión técnica para fomentar el intercambio de ideas y la construcción colectiva de conocimiento. Estas dinámicas estarán diseñadas para promover una retroalimentación estructurada y específica.
- Sistematizar las observaciones y recomendaciones: La retroalimentación obtenida será organizada en categorías temáticas que permitan identificar fortalezas del marco, áreas que requieren ajustes y propuestas concretas de mejora. Este análisis se consolidará en un informe técnico que documente el proceso de validación.
- Incorporar los ajustes al marco metodológico: Con base en la retroalimentación recopilada durante los talleres, se realizarán los ajustes necesarios para fortalecer el marco metodológico, asegurando que refleje las necesidades y expectativas de los diferentes stakeholders y se adapte al contexto específico de los proyectos geotérmicos en Colombia.

Esta actividad es esencial para garantizar que el marco metodológico no solo cumpla con altos estándares técnicos, sino que también sea socialmente aceptado y viable en términos operativos. Al involucrar a los stakeholders clave en el proceso de validación, se fomenta la confianza, el compromiso y la apropiación del marco, fortaleciendo así las bases colaborativas para su implementación en el sector energético colombiano.

Actividad No 11. Capacitación de los equipos técnicos de la ANH y las entidades aliadas en la aplicación del marco LCA de la Ruta Geotérmica

La capacitación de los equipos técnicos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y entidades aliadas en la aplicación del marco LCA (Análisis de Ciclo de Vida) para proyectos de energía geotérmica es una actividad estratégica que asegura la correcta implementación y operatividad del marco metodológico desarrollado en la Fase No. 1 y validado en la Actividad No 10. Este proceso de formación tiene como objetivo principal fortalecer las competencias técnicas de los participantes, garantizando que puedan aplicar el marco de manera eficiente, autónoma y adaptada a las condiciones específicas de los proyectos geotérmicos en Colombia.

La metodología de capacitación combinará enfoques teóricos y prácticos, con un énfasis en el aprendizaje experiencial a través de ejercicios aplicados a escenarios reales y simulados. Se priorizará la transferencia de conocimiento técnico mediante módulos estructurados que aborden cada componente del marco LCA, incluyendo

	<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 16 de 28</p>
---	---	--

su contexto técnico, metodológico y normativo, con especial atención a la energía geotérmica. Esta actividad también incluirá herramientas de evaluación continua para garantizar que los participantes adquieran y consoliden las competencias necesarias.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- Diseñar un plan de capacitación modular y adaptado al contexto geotérmico: Se estructurará un programa que aborde cada fase del marco LCA (definición de objetivos, inventario, evaluación de impactos e interpretación) en el contexto de proyectos geotérmicos. Los módulos incluirán un equilibrio entre contenidos teóricos, ejercicios prácticos y estudios de caso.
- Elaborar material didáctico especializado: Se crearán guías prácticas, manuales técnicos, presentaciones interactivas y estudios de caso adaptados al contexto colombiano, con énfasis en la energía geotérmica. Estos materiales estarán diseñados para facilitar el aprendizaje técnico y serán distribuidos en formatos digitales e impresos.
- Implementar sesiones de capacitación presenciales y virtuales: Las sesiones presenciales estarán diseñadas para profundizar en la teoría y facilitar ejercicios prácticos en un entorno controlado, mientras que las sesiones virtuales permitirán la participación de equipos técnicos de diferentes regiones, maximizando la cobertura y flexibilidad.
- Desarrollar talleres prácticos basados en casos reales y simulados: Los participantes aplicarán el marco metodológico a casos reales o escenarios ficticios diseñados específicamente para el contexto geotérmico. Durante los talleres, identificarán impactos, recopilarán datos, aplicarán herramientas tecnológicas y desarrollarán estrategias de mitigación basadas en los resultados obtenidos.
- Establecer un sistema de evaluación continua: Se implementarán instrumentos como cuestionarios, ejercicios prácticos evaluados y sesiones de retroalimentación para medir el nivel de comprensión y las competencias adquiridas. Los resultados de las evaluaciones permitirán ajustar los contenidos y metodologías según sea necesario.
- Crear un espacio de consulta y soporte técnico: Se habilitará un repositorio en línea que centralice recursos técnicos, manuales y guías de consulta, además de un foro interactivo para resolver dudas y compartir experiencias entre los participantes tras la capacitación.

Esta actividad es esencial para garantizar que los equipos técnicos de la ANH y entidades aliadas no solo comprendan el marco metodológico LCA, sino que también estén preparados para aplicarlo eficazmente en proyectos de energía geotérmica. Al fortalecer sus competencias y habilidades técnicas, se asegura la sostenibilidad del proyecto y se promueve una gestión integral y alineada con los objetivos estratégicos del marco, fomentando la transición energética y la sostenibilidad ambiental en Colombia.

Actividad No 12. Realización de talleres prácticos para asegurar la adopción y el uso de la plataforma tecnológica desarrollada para proyectos basados en energía geotérmica

La realización de talleres prácticos para la adopción y uso de la plataforma tecnológica desarrollada en la Fase No. 2 del proyecto representa una acción clave para garantizar la apropiación efectiva de esta herramienta por parte de los usuarios finales y comunidades relacionadas con los proyectos de energía geotérmica. Esta actividad se centrará en la capacitación técnica y la transferencia de conocimiento mediante enfoques prácticos y adaptativos, con el objetivo de que los participantes comprendan y apliquen las funcionalidades de la plataforma de monitoreo integrado IMPACT ENERGY para proyectos geotérmicos.

Los talleres estarán diseñados para fortalecer las competencias de los usuarios en aspectos fundamentales como la interpretación de datos en tiempo real, el monitoreo de variables críticas, la generación de reportes y la utilización de las herramientas predictivas de la plataforma. Se priorizará un enfoque participativo que promueva el aprendizaje experiencial y la confianza en el manejo de la tecnología, garantizando que esta se integre de manera efectiva en la gestión y evaluación de proyectos geotérmicos. Además, los contenidos y metodologías estarán adaptados a los perfiles técnicos y socioculturales de los usuarios finales.

Para ello, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Diagnóstico inicial de competencias tecnológicas: Se evaluarán las habilidades y conocimientos previos de los participantes, identificando las áreas que requieren mayor fortalecimiento en relación con el uso de la plataforma tecnológica. Esto permitirá adaptar los contenidos y dinámicas de los talleres a las necesidades específicas de los usuarios.
- Diseño de un plan de talleres modulares: Se desarrollará un plan estructurado en módulos temáticos que aborden aspectos clave como la navegación en la interfaz, la configuración y uso de sensores IoT, la interpretación de datos geotérmicos (como temperatura del subsuelo y emisiones), y la generación de reportes e indicadores clave de desempeño.
- Elaboración de materiales didácticos inclusivos y accesibles: Se diseñarán guías prácticas, tutoriales audiovisuales, infografías y presentaciones interactivas que sean comprensibles y accesibles para los diferentes niveles técnicos y educativos de los participantes. Los materiales estarán disponibles en formatos digitales e impresos.
- Implementación de talleres prácticos en terreno: Los participantes trabajarán directamente con la plataforma en simulaciones o escenarios reales, fortaleciendo sus habilidades mediante actividades prácticas que reflejen las operaciones típicas de un proyecto geotérmico. Estas sesiones incluirán ejercicios de configuración, monitoreo y análisis de datos en tiempo real.
- Acompañamiento técnico y resolución de dudas: Se establecerá un programa de apoyo continuo que incluya sesiones de asesoramiento técnico personalizadas y un repositorio en línea para resolver consultas frecuentes, compartir experiencias y ofrecer soporte durante las primeras etapas de adopción de la plataforma.
- Evaluación y retroalimentación de los talleres: Se aplicarán encuestas, cuestionarios y dinámicas participativas para evaluar el impacto de los talleres y medir el nivel de adopción tecnológica por parte de los usuarios. La retroalimentación obtenida permitirá ajustar los contenidos y estrategias para mejorar continuamente la transferencia de conocimiento.

Esta actividad es fundamental para garantizar que los usuarios finales comprendan y utilicen de manera eficiente la plataforma tecnológica, promoviendo su integración en la gestión de proyectos de energía geotérmica. Al fortalecer las competencias técnicas de los participantes, se asegura la sostenibilidad del proyecto y se fomenta la participación y el empoderamiento de los actores locales en el monitoreo y evaluación de los impactos ambientales, sociales y económicos asociados a los proyectos geotérmicos.

Actividad No 13: Definición de la ruta metodológica para la participación de las comunidades locales en la planificación y monitoreo de los proyectos

La definición de una ruta metodológica para la participación de las comunidades locales en la planificación y monitoreo de proyectos de energía geotérmica es una actividad estratégica que busca sentar las bases para una futura etapa de implementación de mecanismos participativos y de empoderamiento social. Esta actividad tiene como objetivo estructurar un modelo metodológico que articule de manera efectiva las perspectivas, necesidades y capacidades de las comunidades con las exigencias técnicas y operativas de los proyectos energéticos, asegurando su inclusión activa en los procesos de toma de decisiones y gestión.

El desarrollo de esta ruta metodológica estará fundamentado en principios de participación comunitaria, gobernanza colaborativa y sostenibilidad, integrando herramientas que permitan establecer canales claros de comunicación y estructuras organizativas adaptadas a las dinámicas socioculturales de las comunidades locales. Este modelo será diseñado para promover la equidad, representatividad y transparencia, fortaleciendo el rol de las comunidades como actores clave en la planificación, ejecución y monitoreo de los proyectos. Asimismo, la ruta metodológica contemplará la creación de capacidades para que las comunidades puedan participar de manera informada y efectiva, garantizando la sostenibilidad social del proyecto en el largo plazo.

Para ello, se desarrollarán las siguientes acciones:

- **Análisis inicial del contexto comunitario y normativo:** Se realizará una revisión documental y de campo para entender las dinámicas socioculturales, económicas y ambientales de las comunidades locales, así como los marcos normativos que rigen la participación ciudadana en proyectos de energía en Colombia. Este análisis permitirá identificar las oportunidades y desafíos específicos para la participación comunitaria en proyectos geotérmicos.
- **Diseño de un esquema metodológico participativo:** Se estructurará un modelo que combine enfoques teóricos y prácticos, considerando principios de co-creación y gobernanza inclusiva. Este esquema incluirá mecanismos para la consulta, participación activa y monitoreo ciudadano en todas las fases de los proyectos energéticos.
- **Identificación de herramientas y mecanismos de participación:** Se seleccionarán herramientas participativas como mesas de diálogo, comités comunitarios y procesos de consulta previa, adaptándolas a las necesidades y capacidades de las comunidades locales. Estas herramientas estarán diseñadas para facilitar la interacción entre las comunidades, los técnicos del proyecto y las entidades gubernamentales.

- Definición de criterios de implementación y evaluación: Se establecerán los criterios que garantizarán la operatividad del modelo metodológico, incluyendo lineamientos para su monitoreo y evaluación en términos de representatividad, efectividad y sostenibilidad.
- Elaboración de un plan estratégico de transferencia de conocimientos: Se diseñará un programa que contemple capacitaciones, talleres y la creación de materiales pedagógicos que faciliten la apropiación del modelo por parte de las comunidades. Este plan incluirá estrategias para fortalecer sus capacidades técnicas, organizativas y de liderazgo.
- Validación y ajuste del modelo con actores clave: Se organizarán talleres de validación con representantes comunitarios, expertos en participación ciudadana y técnicos del proyecto, integrando sus observaciones y sugerencias para mejorar la ruta metodológica.
- Documentación de la ruta metodológica: Se sistematizará todo el proceso en un documento técnico que detalle los principios, herramientas, procesos y protocolos definidos, sirviendo como guía para la implementación futura de mecanismos de participación comunitaria en proyectos geotérmicos y de otras fuentes de energía no convencionales.

Esta actividad es fundamental para garantizar que las comunidades locales sean protagonistas en el desarrollo y gestión de los proyectos de energía geotérmica. La ruta metodológica proporcionará una hoja de ruta estructurada y adaptada al contexto colombiano, promoviendo la integración social, la transparencia y la sostenibilidad. Asimismo, al consolidar las bases para una gobernanza comunitaria efectiva, esta actividad contribuye al fortalecimiento de las capacidades locales y al empoderamiento de las comunidades como actores clave en la transición energética del país.

PRODUCTOS ESPECIFICOS

Las actividades y productos ya han sido abordados anteriormente, pero a continuación se enumerarán de manera específica, cada uno de los productos o entregables específicos del proyecto:

- Documento de informe técnico: Estado del arte de metodologías LCA. (Actividad 1)
- Documento técnico: Definición de los objetivos específicos del marco metodológico (Actividad 2)
- Documento técnico: Fichas de indicadores clave para la evaluación de impactos (Actividad 3)
- Manual técnico: Marco metodológico adaptado al contexto colombiano. (Actividad 4)
- Documento técnico: Roadmap tecnológico y levantamiento de requisitos (Actividad 5)
- Plan técnico: Diseño de la arquitectura del sistema e integraciones tecnológicas (Actividad 6)
- Informe técnico: Tecnologías emergentes construidas y desplegadas. (Actividad 7)
- Interfaz funcional: Visualización de datos implementada (Actividad 8)
- Informe técnico: Resultados de pruebas funcionales del sistema (Actividad 9)
- Informe de talleres participativos: Validación del marco metodológico (Actividad 10)
- Informe de capacitación: Certificación de competencias técnicas en LCA (Actividad 11)
- Informe de ejecución: Plan de transferencia de conocimiento realizado (Actividad 12)

- Informe técnico: Ruta metodológica para la participación comunitaria y empoderamiento social (Actividad 13)

PLAZO DE EJECUCIÓN: El proyecto se realizará en el año 2025 con un plazo estimado de ejecución de 9 meses, con plazo máximo de finalización a diciembre 24 de 2025.

PERSONAL MÍNIMO

Ítem	Cargo	Cant.	Nivel de formación académica	Requisitos
1	Director del Proyecto	1	Profesional con título de pregrado y posgrado en programas de uno de los siguientes núcleos básicos de conocimiento, según clasificación del SNIES: Ingeniería Industrial y Afines; Ingeniería de Petróleos, Minas y Energía; Ingeniería Ambiental y Sanitaria; Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Afines; Ingeniería de Sistemas, Telemática y Afines; Ingeniería Administrativa y Afines; Economía, Administración, Contaduría y Afines.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en gerencia, dirección o coordinación de proyectos de impacto regional en los sectores de energía renovable, transición energética y/o innovación tecnológica y/o desarrollo de tecnologías de información y comunicaciones. Conocimientos en formulación de proyectos de inversión pública y privada, normatividad energética y ambiental, Evaluación del Ciclo de Vida (LCA), y desarrollo de tecnologías emergentes (IoT, IA, blockchain, big data). Años de experiencia: Profesional con Maestría: Mínimo 60 meses de experiencia. Profesional con Doctorado: Mínimo 36 meses de experiencia.
2	Coordinador Técnico	1	Profesional con título de pregrado y posgrado en programas de uno de los siguientes núcleos básicos de conocimiento, según clasificación del SNIES: Ingeniería de Petróleos, Minas y Energía; Ingeniería Ambiental y Sanitaria; Ingeniería Civil y Afines; Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Afines; Ingeniería de Sistemas, Telemática y Afines; Ingeniería Industrial y Afines.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en la gestión técnica de proyectos de energía renovable, con énfasis en energía geotérmica, transición energética y/o implementación de tecnologías innovadoras. Conocimientos en análisis de viabilidad técnica, modelado y simulación de sistemas energéticos, integración de tecnologías emergentes (IoT, IA, blockchain, big data) y normativa ambiental y energética. Experiencia en el diseño, implementación y seguimiento de procesos de evaluación de impacto ambiental bajo

Ítem	Cargo	Cant.	Nivel de formación académica	Requisitos
				<p>metodologías como Evaluación del Ciclo de Vida (LCA).</p> <p>Años de experiencia: Profesional con Maestría: Mínimo 48 meses de experiencia. Profesional con Doctorado: Mínimo 24 meses de experiencia.</p>
3	Especialista en Geotermia	2	Profesional con título de pregrado y posgrado en programas de uno de los siguientes núcleos básicos de conocimiento, según clasificación del SNIES: Ingeniería de Petróleos, Minas y Energía; Ingeniería Ambiental y Sanitaria; Ingeniería Civil y Afines; Geociencias y Afines.	<p>Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en exploración, modelado y desarrollo de proyectos geotérmicos. Conocimientos en análisis de viabilidad geotérmica, caracterización de reservorios, perforación y extracción de recursos geotérmicos, diseño de sistemas de aprovechamiento térmico, normatividad ambiental y energética aplicable a la geotermia. Experiencia en implementación de metodologías de evaluación de impacto ambiental y social, incluyendo Evaluación del Ciclo de Vida (LCA).</p> <p>Años de experiencia: Profesional con Maestría: Mínimo 48 meses de experiencia. Profesional con Doctorado: Mínimo 24 meses de experiencia.</p>

Ítem	Cargo	Cant.	Nivel de formación académica	Requisitos
4	Ingeniero de Datos	2	Profesional con título de pregrado y posgrado en Ingeniería de Sistemas, Telemática y Afines o Estadística y Afines.	<p>Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en manejo de grandes volúmenes de datos, análisis predictivo, desarrollo de modelos de machine learning y gestión de datos aplicados a proyectos de energía. Conocimientos en lenguajes de programación como Python y R, herramientas de visualización de datos, y bases de datos relacionales y no relacionales.</p> <p>Años de experiencia: Profesional con especialización: Mínimo 36 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 24 meses de experiencia.</p>
5	Especialista en Monitoreo Ambiental	2	Profesional en Ingeniería Ambiental y Sanitaria o Ciencias Ambientales y Afines.	<p>Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en la implementación de sistemas de monitoreo ambiental para la gestión de calidad del aire, agua y suelos. Conocimientos en normatividad ambiental nacional e internacional, manejo de equipos de monitoreo, interpretación de datos ambientales y elaboración de informes técnicos.</p> <p>Años de experiencia: Profesional: Mínimo 48 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 36 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 24 meses de experiencia.</p>
6	Especialista en Evaluación Social	2	Profesional en Sociología, Antropología, Trabajo Social o Afines	<p>Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en la evaluación de impacto social de proyectos energéticos. Conocimientos en metodologías participativas, análisis de stakeholders, gestión con comunidades y normativa social relacionada con proyectos de infraestructura y transición energética.</p> <p>Años de experiencia: Profesional: Mínimo 48 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 36 meses de experiencia.</p>

Ítem	Cargo	Cant.	Nivel de formación académica	Requisitos
				Profesional con Maestría: Mínimo 24 meses de experiencia.
7	Desarrollador de Software y Plataformas	2	Profesional en Ingeniería de Sistemas, Telemática o Electrónica y Afines	<p>Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en desarrollo de plataformas digitales y aplicaciones. Conocimientos en lenguajes de programación (Python, Java, C#), metodologías ágiles (Scrum, Kanban) y arquitectura de software.</p> <p>Años de experiencia: Profesional: Mínimo 30 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 18 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 12 meses de experiencia.</p>
8	Especialista en Gobernanza y Regulación Energética	1	Profesional en Derecho, Economía; Ingeniería Industrial, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Administrativa y Afines	<p>Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en análisis y diseño de políticas públicas relacionadas con el sector energético y transición energética. Conocimientos en normatividad energética nacional e internacional, marcos regulatorios y gobernanza territorial en proyectos energéticos.</p> <p>Años de experiencia: Profesional: Mínimo 30 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 18 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 12 meses de experiencia.</p>

Ítem	Cargo	Cant.	Nivel de formación académica	Requisitos
9	Técnico en Instrumentación y Sensores	3	Técnico o Tecnólogo o Ingeniero con énfasis en Instrumentación, Electrónica o Afines.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en instalación, calibración y mantenimiento de sensores y equipos de medición utilizados en monitoreo ambiental y energético. Conocimientos en protocolos de comunicación (Modbus, MQTT) y tecnologías IoT. Años de experiencia: Mínimo 24 meses de experiencia técnica.
10	Coordinador de Participación Comunitaria	1	Profesional en Trabajo Social, Antropología, Sociología o Afines	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en diseño y ejecución de estrategias de participación comunitaria en proyectos de infraestructura y transición energética. Conocimientos en normatividad social y metodologías de concertación y resolución de conflictos. Años de experiencia: Profesional: Mínimo 30 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 18 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 12 meses de experiencia.
11	Coordinador de Transferencia de Conocimiento	1	Profesional en Ingeniería Industrial y Afines, Ingeniería de Sistemas y Telemática, Ciencias de la Educación o Economía, Administración y Afines, con posgrado en Gestión del Conocimiento, Innovación o Desarrollo de Capacidades Institucionales.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en la coordinación e implementación de estrategias de transferencia de conocimiento en proyectos de innovación, sostenibilidad o transición energética. Conocimientos en metodologías pedagógicas, diseño de programas de formación, desarrollo de capacidades técnicas y uso de tecnologías digitales para la educación. Años de experiencia: Profesional: Mínimo 30 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 18 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 12 meses de experiencia.

Ítem	Cargo	Cant.	Nivel de formación académica	Requisitos
12	Especialista en LCA (Análisis de Ciclo de Vida)	1	Profesional en Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial, Economía o Ciencias Ambientales, con posgrado en Evaluación del Ciclo de Vida o Gestión Ambiental.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en la implementación de metodologías de Análisis de Ciclo de Vida (LCA) en proyectos energéticos. Conocimientos en normatividad ambiental y elaboración de inventarios ambientales. Años de experiencia: Profesional: Mínimo 30 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 18 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 12 meses de experiencia.
13	Coordinador Administrativo y Financiero	1	Profesional en Economía, Administración de Empresas, Contaduría Pública o Ingeniería, con posgrado en Finanzas, Gestión Administrativa o Gerencia de Proyectos.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en la planeación, ejecución y control administrativo y financiero de proyectos. Conocimientos en formulación y seguimiento presupuestal, control de costos, manejo de herramientas ofimáticas y software financiero. Conocimiento en normatividad contable y financiera, así como en procesos de contratación pública y privada. Años de experiencia: Profesional: Mínimo 30 meses de experiencia Profesional con especialización: Mínimo 18 meses de experiencia. Profesional con Maestría: Mínimo 12 meses de experiencia.
14	Asistente Administrativo	2	Profesional en Administración de Empresas, Contaduría Pública, Ingeniería o Afines.	Experiencia o conocimientos requeridos: Experiencia en apoyo administrativo y logístico para la ejecución de proyectos. Conocimientos en manejo de presupuestos, herramientas ofimáticas y elaboración de informes financieros y operativos. Años de experiencia: Mínimo 24 meses de experiencia.

LUGAR DE EJECUCION:

Teniendo en cuenta que es un trabajo documental, se puede desarrollar en el lugar donde el contratista disponga su centro de operaciones y en Bogotá, cuando se necesita su presencia en las instalaciones de la ANH.

PROPUESTA ECONÓMICA:

Se requiere cotizar el presente proyecto por cotización por productos, a continuación, se relaciona la tabla 2 como guía; se adjunta archivo Excel para facilidad en su diligenciamiento.

(*) Se recomienda diligenciar el documento Excel que acompaña al presente sondeo técnico sin modificarla y enviarla el correo indicado junto con una versión PDF.

COTIZACIÓN POR PRODUCTOS

Tabla 2. Cotización consolidada por productos.

NOTA 1: Las tablas de cotización deben estar diligenciadas en pesos colombianos y debe tener incluido todos los costos directos e indirectos, es decir, todos aquellos que resulten necesarios para la ejecución del contrato en las condiciones de tiempo requeridos con sus respectivas tasas e impuestos, manteniendo su vigencia durante el año 2024.

NOTA 2: Cotización por productos:

- Las tarifas deben ser sumas fijas, no sujetas a reajuste o modificaciones de ninguna clase.
- En los valores unitarios de cada producto deben estar incluidos todos los costos administrativos, financieros y técnicos como (personal técnico y Software) indispensables para la ejecución del proyecto.
- Software: Se enfatiza que en la estimación de los costos de los productos que requieren un software específico de SIG o similares, este incluido el costo por el licenciamiento.

NOTA 3: Se solicita DILIGENCIAR LA FORMA DE COTIZACIÓN POR PRODUCTOS SIN CAMBIAR LAS TABLAS ECONÓMICAS PROPUESTAS con el fin de poder ser comparada y analizada junto con otras respuestas. Si estas tablas son ajustadas, difícilmente podrán ser ingresadas al análisis económico previsto. Si se tienen propuestas, comentarios, recomendaciones o cualquier otro concepto que no se haya incluido dentro del formato para el sondeo, por favor allegarlas como comentarios por aparte.

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 ____

EMPRENDIMIENTOS Y EMPRESAS DE MUJERES:

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 27 de 28</p>
---	--	--

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

- Más del cincuenta por ciento (50%) de las acciones, partes de interés o cuotas de participación de la persona jurídica pertenezcan a mujeres y los derechos de propiedad hayan pertenecido a estas durante al menos el último año.
- Cuando por lo menos el cincuenta por ciento (50%) de los empleos del nivel directivo de la persona jurídica sean ejercidos por mujeres y éstas hayan estado vinculadas laboralmente a la empresa durante al menos el último año en el mismo cargo u otro del mismo nivel.

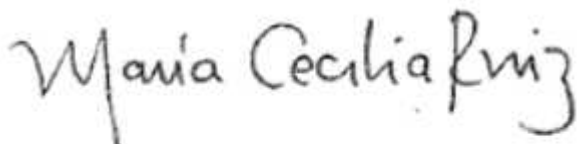
Se entenderá como empleos del nivel directivo aquellos cuyas funciones están relacionadas con la dirección de áreas misionales de la empresa y la toma de decisiones a nivel estratégico. En este sentido, serán cargos de nivel directivo los que dentro de la organización de la empresa se encuentran ubicados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

- Cuando la persona natural sea una mujer y haya ejercido actividades comerciales a través de un establecimiento de comercio durante al menos el último año.
- Para las asociaciones y cooperativas, cuando más del cincuenta por ciento (50%) de los asociados sean mujeres y la participación haya correspondido a estas durante al menos el último año.

SI _____ NO _____

PLAZO PARA SOLICITAR ACLARACIONES AL SONDEO DE MERCADO: Las compañías interesadas podrán formular observaciones y aclaraciones al presente documento al correo electrónico estudios.mercado@anh.gov.co antes del **13 de febrero 2025**.

ENTREGA DE INFORMACIÓN DEL SONDEO DE MERCADO: Las compañías invitadas deberán presentar la información solicitada en el presente sondeo de mercado al correo electrónico: estudios.mercado@anh.gov.co hasta el **14 de febrero de 2025**.



Maria Cecilia Ruiz Cardona
Vicepresidenta Técnica
C.C. 43.996.511

	<p align="center">AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS FORMATO SONDEO DE MERCADO</p>	<p>ANH-GCO-FR-121 31/11/2023 Versión N°4 Página 28 de 28</p>
---	--	--

Anexo: un (1) archivo tipo Excel – Perfil mínimo y tabla de cotización

Aprobó: N/A

Revisó: Juan Pablo Jiménez Giraldo/componente jurídico VT

Proyectó: José Fernando Osorno Monsalve/Experto G3 Grado 6/ Componente Técnico VT  