



Energía Subterránea

El poder invisible de
la tierra

DESCRIPCIÓN BREVE

Este proyecto tiene como objetivo promover el uso de la energía geotérmica en Colombia, destacando su potencial como fuente de energía renovable. A través de una plataforma web informativa, buscamos sensibilizar sobre las ventajas de esta tecnología y su capacidad para posicionar al país como líder en energía limpia en América Latina

Estudiantes

Daniel Murcia Ossa

Laura Betancur

Sebastián Aguirre

Juan Sebastián Betancur

Contenido

1. Planteamiento del Problema	1
1.1 Definición del Problema	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivos Generales	2
1.2.2 Objetivos Específicos	2
1.3 Justificación	3
1.4 Limitaciones	4
1.5 Viabilidad o Factibilidad del proyecto	5
2 Marco Teórico	8
2.1 Energías Renovables (Geotérmica)	8
3 Metodología	14
3.1 Introducción	14
3.2 Diseño del Proyecto	15
3.3 Herramientas Usadas	15
3.4 Proceso de Desarrollo	17
3.5 Cronograma	18
4 Problemas de Ejecución	19
5 Conclusiones	20
6 Bibliografía	21
7 Anexos	21

1. Planteamiento del Problema

Colombia enfrenta el reto de diversificar su matriz energética para garantizar un suministro sostenible, reducir emisiones de carbono y cumplir con compromisos internacionales sobre cambio climático. Actualmente, la dependencia del país en la generación hidroeléctrica, que aporta más del 60% de su electricidad, lo hace vulnerable a fenómenos climáticos como las sequías causadas por el fenómeno del Niño. En este contexto, la energía geotérmica se presenta como una alternativa viable, aprovechando la actividad volcánica del territorio nacional.

1.1 Definición del Problema

La geotermia es una disciplina que estudia el aprovechamiento del calor interno de la Tierra como fuente de energía renovable. Este calor se origina principalmente por la desintegración radiactiva de isótopos en el núcleo y el manto terrestre, así como por el calor residual del proceso de formación planetaria. La energía geotérmica se aprovecha a través de la extracción de fluidos calientes o vapor mediante pozos profundos, utilizados para generación eléctrica, calefacción directa o aplicaciones industriales.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

Diseñar un aplicativo web para implementar redes energéticas comunitarias basadas en energía geotérmica, como base para promover el emprendimiento y el desarrollo local en Colombia.

1.2.2 Objetivos Específicos

Identificar las comunidades con mayor potencial para redes comunitarias de energía geotérmica.

Realizar un análisis detallado de las áreas en Colombia con el mayor potencial geotérmico, basado en estudios geológicos, térmicos y sísmicos disponibles, para identificar regiones con recursos naturales idóneos para la explotación geotérmica.

Evaluar las características de las comunidades locales, considerando factores como la cercanía a fuentes de energía geotérmica, la infraestructura disponible, las necesidades energéticas y el contexto socioeconómico, para determinar las zonas con mayor potencial para la implementación de sistemas energéticos basados en energía geotérmica.

Establecer criterios de viabilidad técnica y económica que permitan identificar las comunidades con las mejores condiciones para iniciar proyectos de energía geotérmica, incluyendo el costo de implementación y la accesibilidad a las fuentes geotérmicas.

1.3 Justificación

La implementación de una fuente de energía como lo es la geotermia contribuye enormemente a la diversificación de la matriz energética en el territorio nacional, además de cumplir con las regulaciones internacionales establecidas por el cambio climático. Estas son las razones principales.

Alto potencial geotérmico: Colombia, al estar ubicada en el Cinturón de Fuego del Pacífico, posee una alta actividad volcánica y tectónica, lo que la convierte en una región con gran potencial para la explotación de energía geotérmica. Regiones como el Eje Cafetero, el suroccidente colombiano y áreas cercanas a volcanes activos, como el Nevado del Ruiz, ofrecen recursos significativos que pueden ser aprovechados.

Diversificación de la matriz energética: Actualmente, Colombia depende en gran medida de la energía hidroeléctrica, que representa más del 60% de su generación eléctrica. Sin embargo, esta dependencia la hace vulnerable a fenómenos climáticos extremos como El Niño, que puede reducir drásticamente la capacidad hidroeléctrica. La energía geotérmica, al ser una fuente continua y no dependiente del clima, fortalecería la resiliencia del sistema energético nacional.

Reducción de emisiones y transición energética: Colombia se ha comprometido a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero como parte del Acuerdo de París y su Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. La energía geotérmica, como fuente limpia y renovable, contribuye directamente a estos objetivos al reemplazar tecnologías basadas en combustibles fósiles y reducir la huella de carbono del sector energético.

Desarrollo económico y social: La implementación de proyectos geotérmicos puede generar empleos locales, fomentar el desarrollo de infraestructura y mejorar la calidad de vida en áreas rurales, donde suelen encontrarse los recursos geotérmicos. Además, estas iniciativas

pueden contribuir a la reducción de desigualdades al llevar energía limpia y confiable a comunidades alejadas o con acceso limitado a la electricidad.

Complementariedad con otras fuentes renovables: A diferencia de la energía solar o eólica, la geotérmica ofrece una generación constante y predecible, lo que la convierte en un complemento ideal para estas fuentes intermitentes. Esto permitiría construir un sistema energético más equilibrado y eficiente.

Marco estratégico internacional y regional: El desarrollo de la energía geotérmica posicionaría a Colombia como un líder en la región en términos de transición energética, aprovechando recursos naturales de manera sostenible y estableciendo un modelo que otros países con características similares podrían seguir.

1.4 Limitaciones

Geografía y Recursos: La ubicación limitada que se sostiene en Colombia, los recursos geotérmicos están concentrados en áreas volcánicas específicas, como el Nevado del Ruiz y el Volcán Azufra. Esto restringe su aplicación generalizada.

Acceso remoto: Estas zonas suelen ser de difícil acceso, lo que aumenta los costos logísticos para estudios y desarrollo.

Falta de estudios detallados: En comparación con otros países, Colombia tiene pocos estudios sobre potencial geotérmico, lo que dificulta la planificación adecuada.

Altos costos iniciales: Los estudios de viabilidad y las perforaciones son caros y requieren financiamiento significativo.

Impacto ambiental: Aunque es limpia, la energía geotérmica puede causar sismicidad inducida, alteración de ecosistemas o emisión de gases (en menor medida que los fósiles).

Marco legal insuficiente: Colombia carece de políticas específicas y claras para fomentar el desarrollo de energía geotérmica.

1.5 Viabilidad o Factibilidad del proyecto

Disponibilidad: Se realizaría un estudio geológico para Identificar las zonas con actividad tectónica, vulcanismo reciente o sistemas hidrotermales. Esto se llevaría a cabo con técnicas como levantamientos geofísicos (sísmica, resistividad eléctrica, magnetotelúrica).

Análisis del gradiente geotérmico.

Composición química de fluidos para evitar problemas de corrosión o incrustaciones.

Uso de modelos para predecir el comportamiento del reservorio a lo largo del tiempo bajo condiciones de extracción.

Infraestructura y tecnología: Con el ciclo binario Adecuado para fuentes de baja entalpía.

Sistemas geotérmicos mejorados (EGS), para recursos no convencionales.

Pozos de producción y reinyección.

Red de tuberías de transporte de fluidos.

Plantas de generación eléctrica o de uso directo del calor.

Accesibilidad al sitio para evaluar si el lugar tiene acceso adecuado para maquinaria pesada y construcción.

Viabilidad económica: Costos de exploración o perforación de pozos exploratorios (10-20% del presupuesto total).

Costos de construcción

Instalación de infraestructura (plantas, tuberías).

Perforación de pozos de producción y reinyección.

Equipos especializados como turbinas y generadores.

Costos de operación o mantenimiento periódico de pozos y sistemas.

Gestión de residuos (agua salina, gases).

Personal capacitado.

Análisis financiero

Ingresos proyectados

Precio de venta de la energía en el mercado local o nacional.

Incentivos o primas por generación renovable (si aplica).

Flujos de caja

Evaluar el período de recuperación de la inversión (Payback period).

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

Riesgos financieros

Incertidumbre en la cantidad o calidad del recurso.

Volatilidad en precios de la energía.

Viabilidad ambiental

Impactos negativos

Emisiones y algunos sistemas liberan gases como CO₂ o H₂S (aunque en menor cantidad que los combustibles fósiles).

Uso del agua y la necesidad de gestionar el agua extraída del reservorio.

Sismicidad inducida por posible aumento en actividad sísmica en sistemas EGS.

Mitigación

Reinyectar fluidos para mantener la presión del reservorio.

Sistemas cerrados para minimizar emisiones o programas de revegetación o restauración del terreno.

Sostenibilidad a largo plazo

Monitoreo continuo del reservorio para prevenir su agotamiento.

Uso planificado del recurso para garantizar su regeneración natural.

2 Marco Teórico

2.1 Energías Renovables (Geotérmica)

Las energías renovables son aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización de los elementos naturales como lo son: El sol, el viento, el agua, la tierra y el calor.

La energía geotérmica se obtiene mediante el aprovechamiento del calor del interior de la tierra que se transmite a través de los cuerpos de roca o piedras calientes que realizan una conducción de calor donde se suscitan unas interacciones con las aguas subterráneas; las cuales dan origen a los sistemas geotérmicos.

Tipos de yacimientos: De agua caliente, secos, géiseres, vapor seco.

Yacimientos de agua caliente: estos yacimientos pueden formar una fuente o ser subterráneas. Los que forman fuentes, se aprovechan desde tiempos muy antiguos como baños termales. Dependiendo de la temperatura del agua puede usarse directamente.

Los yacimientos de aguas termales muy calientes a poca o media profundidad, sirven para aprovechar el calor del interior de la tierra. El agua caliente o vapor pueden fluir naturalmente, por bombeos o por impulsos de flujos de agua y de vapor.

En la mayoría de los casos la explotación debe hacerse con dos pozos (o un número par de pozos), de modo que por uno se obtiene el agua caliente y por otro se vuelve a inyectar en el acuífero, tras haber enfriado el caudal obtenido. Las ventajas de este sistema son múltiples:

Hay menos probabilidades de agotar el yacimiento térmico, puesto que el agua reinyectada contiene todavía una importante cantidad de energía térmica.

Tampoco se agota el agua del yacimiento, puesto que la cantidad total se mantiene.

Las posibles sales o emisiones de gases disueltos en el agua no se manifiestan al circular en circuito cerrado por las conducciones, lo que evita contaminaciones.

Finalmente hay otros yacimientos en los que el agua sale en forma de vapor. En estos, el aprovechamiento es directo para obtener energía mecánica mediante una turbina, pero tienen el problema de que es más complicado reinyectar el agua después de condensada, y en el camino habrán difundido en la atmósfera una parte de los gases que acompañan al vapor.

Clasificación según la temperatura del agua:

Energía geotérmica de alta temperatura. La energía geotérmica de alta temperatura existe en las zonas activas de la corteza. Esta temperatura está comprendida entre 150 y 400 °C, se produce vapor en la superficie y mediante una turbina, genera electricidad.

Energía geotérmica de temperaturas medias.

La energía geotérmica de temperaturas medias es aquella en que los fluidos de los acuíferos están a temperaturas menos elevadas, normalmente entre 70 y 150 °C. Por consiguiente, la conversión vapor-electricidad se realiza con un rendimiento menor, y debe explotarse por medio de un fluido volátil. Estas fuentes permiten explotar pequeñas centrales eléctricas, pero el mejor aprovechamiento puede hacerse mediante sistemas urbanos de reparto de calor para su uso en calefacción y en refrigeración.

Yacimientos secos:

En este caso, hay una zona bajo la tierra, a profundidad no excesiva, con materiales o piedras calientes, en seco. Se inyecta agua por una perforación y se recupera ya caliente por otra, se aprovecha el calor, por medio de un intercambiador y se vuelve a reinyectar como en el caso anterior.

Transición Energética Justa

La transición a sistemas energéticos más sostenibles es una necesidad para hacer frente a los apremiantes desafíos medioambientales que enfrentan todas las sociedades. En el caso de Colombia es el proyectar e implementar dicha transición aprovechando su geología y geografía a través de los volcanes y acuíferos termales que abundan a lo largo de la cordillera central y oriental, para así mejorar la calidad de vida e ir dejando las utilidades primarias del combustible fósil.

Contexto Energético Colombiano

El Sistema Interconectado Nacional (SIN) abarca todas las redes de transmisión y subestaciones del país. Este sistema es el encargado de gestionar y transportar la electricidad desde los centros de generación hasta los hogares. Abarca aproximadamente el 97% de la población y cuenta con una capacidad instalada de 17.326 MW (XM, 2022). El sector eléctrico en Colombia está compuesto por las empresas responsables de cada uno de los pasos de la cadena productiva que se ilustra a continuación, además de las entidades encargadas de su regulación, supervisión y control. Entre estas últimas se encuentran el Ministerio de Minas y Energía, que supervisa el sistema; la UPME, encargada de la planificación; la CREG, que actúa como organismo regulador; y XM, responsable de la administración del mercado.

En Colombia, el 83,4% de la electricidad generada proviene de fuentes renovables, mientras que el 16,6% es de fuentes no renovables. En los últimos años, el gobierno ha buscado diversificar la matriz energética mediante la incorporación de nuevas plantas de generación hidráulica, solar y eólica. El primer paso se dio con la Ley 1715 de 2014, que introdujo incentivos fiscales para promover la instalación de sistemas de generación renovable. Sin embargo, fueron las resoluciones CREG 030 de 2018 y 174 de 2021 las que impulsaron de manera significativa la adopción de recursos energéticos distribuidos por parte de los

consumidores finales, bajo el modelo de autogeneración, tanto en el ámbito residencial como en los sectores comercial e industrial.

Más recientemente, la Ley 2099 de 2021 estableció normativas específicas para la transición energética. De esta forma, se espera que los consumidores asuman un rol más activo en la producción de energía eléctrica mediante la implementación de sistemas de autogeneración, el fomento de estrategias de eficiencia energética, la agregación de la demanda, la instalación de medidores inteligentes y el aprovechamiento de plataformas emergentes para la comercialización y gestión de la energía.

En Colombia, se calcula que el potencial para aprovechar el calor terrestre es de 1.170 MW. Sin embargo, según Germán Corredor, director ejecutivo de SER Colombia, no se han realizado perforaciones directas que validen este potencial. Este hecho, junto con la escasa participación del sector privado, ha resultado en un desarrollo incipiente de la energía geotérmica en el país.

Tecnologías Web para el Desarrollo Aplicativo

En el contexto de los estudios geotérmicos en Colombia, se requiere el uso de diversas herramientas y programas especializados en geología, geofísica y modelado. A continuación, se presentan varias aplicaciones web y programas que permiten realizar análisis precisos y detallados sobre el potencial geotérmico en el suelo colombiano. Estas herramientas son fundamentales para la recolección, análisis e interpretación de datos geotérmicos, así como para la simulación de procesos térmicos en el subsuelo.

Herramientas y Programas Utilizados en Estudios Geotérmicos:

Descripción (Quantum GIS): QGIS es un sistema de información geográfica (SIG) de código abierto que permite la visualización, análisis y manipulación de datos espaciales.

Aplicación: Este software puede ser utilizado para mapear características geológicas, topográficas y geotérmicas del área de estudio. Es una herramienta ideal para integrar diferentes tipos de datos y realizar análisis espaciales, lo cual es esencial en estudios geotérmicos.

Descripción ArcGIS: Es una de las plataformas SIG más avanzadas, utilizada para la gestión, análisis y visualización de datos geoespaciales.

Aplicación: Permite realizar análisis geoespaciales de datos geotérmicos, crear mapas detallados y visualizar resultados de perforaciones y análisis sísmicos. Es útil para integrar datos geofísicos y geológicos.

Descripción GeoModeler: es un software especializado en modelado geológico en 3D, muy utilizado para representar estructuras geológicas y realizar simulaciones geotérmicas.

Aplicación: Esta herramienta permite crear modelos tridimensionales de formaciones geológicas y analizar la distribución de temperaturas y recursos geotérmicos en el subsuelo.

Descripción COMSOL: es un software de simulación multipropósito que ofrece módulos especializados en modelar procesos térmicos y geotérmicos.

Aplicación: Permite simular el flujo de calor en el subsuelo y otros procesos físicos relacionados con la energía geotérmica. Es especialmente útil para modelar la transferencia de calor, un aspecto fundamental para estudios de aprovechamiento geotérmico.

Datos y Fuentes Locales

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM):

El IDEAM: ofrece datos climatológicos y geotérmicos específicos de Colombia, los cuales son fundamentales para el análisis preliminar de proyectos geotérmicos.

Servicio Geológico Colombiano (SGC): El SGC proporciona información geológica y geofísica de Colombia, la cual es crucial para estudios geotérmicos, incluidos mapas de propiedades del suelo y recursos naturales.

3 Metodología

3.1 Introducción

Energía Subterránea: El poder invisible de la tierra

El presente proyecto tiene como objetivo abordar los desafíos energéticos que enfrenta Colombia, especialmente en relación con la dependencia de los combustibles fósiles para la generación de energía. Esta dependencia no solo compromete la sostenibilidad a largo plazo, sino que también incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero, afectando el equilibrio ecológico global. En este contexto, se hace imperativo diversificar la matriz energética mediante la adopción de fuentes renovables y limpias. La energía geotérmica, aprovechando los recursos térmicos subterráneos generados por la actividad volcánica en el territorio colombiano, se presenta como una alternativa viable, rentable y ambientalmente responsable para satisfacer las crecientes demandas energéticas del país. Este proyecto busca explorar el potencial de la energía geotérmica, analizando su viabilidad técnica, económica y ambiental, y proponiendo su integración en la transición hacia una matriz energética más sostenible.

3.2 Diseño del Proyecto

El diseño y desarrollo de la plataforma web se fundamentaron en el uso de un framework proveniente de W3Schools, el cual sirvió como base estructural para la creación de la página. Este enfoque permitió una implementación ágil y escalable de la interfaz, optimizando tanto la usabilidad como la accesibilidad del sitio. La página tiene como propósito principal proporcionar información detallada y actualizada sobre la energía geotérmica, con el fin de educar y sensibilizar a los usuarios sobre sus beneficios, aplicaciones y potencial en el contexto energético global. El uso del framework garantiza un diseño responsivo, adaptado a diversas plataformas y dispositivos, y una experiencia de usuario eficiente, cumpliendo con los estándares web más exigentes.

3.3 Herramientas Usadas

Para el desarrollo de este proyecto, se emplearon diversas herramientas y tecnologías clave que facilitaron la creación de una plataforma web robusta, interactiva y visualmente atractiva. Entre ellas se destacan:

ChatGPT: Utilizado para la generación de contenido textual inteligente y la asistencia en la creación de descripciones y explicaciones relacionadas con la energía geotérmica, optimizando así la experiencia informativa del usuario.

Framework W3Schools: Este marco de trabajo proporcionó una base sólida y modular para la estructura del sitio web, permitiendo un desarrollo ágil, con un enfoque en la compatibilidad cross-browser y la accesibilidad.

HTML (HyperText Markup Language): El lenguaje de marcado estándar fue utilizado para estructurar el contenido de la página web, asegurando una correcta jerarquía de información y una fácil navegación.

CSS (Cascading Style Sheets): Las hojas de estilo en cascada se utilizaron para personalizar la apariencia visual del sitio, mejorando la estética mediante la implementación de diseño responsivo, colores, tipografía y disposición de los elementos.

JavaScript: Este lenguaje de programación se empleó para integrar interactividad en el sitio, permitiendo funcionalidades dinámicas como la validación de formularios, la manipulación de contenido en tiempo real y la optimización de la experiencia del usuario.

Leonardo AI: Herramienta basada en inteligencia artificial que contribuyó a la creación de contenido visual, generando imágenes y gráficos relacionados con la energía geotérmica que complementan y enriquecen la presentación de la información en el sitio.

3.4 Proceso de Desarrollo

El proceso de desarrollo del sitio web se estructuró en varias fases clave para garantizar una implementación coherente y funcional de la información. En primer lugar, se definieron las páginas principales que conformarían el sitio web, asegurando que cada una cumpliera con un propósito específico en la presentación de contenido. Posteriormente, se realizó una exhaustiva investigación sobre la energía geotérmica, recopilando información técnica y actualizada que se distribuyó estratégicamente en las diversas secciones del sitio.

Dado que la implementación de proyectos geotérmicos a gran escala no está presente en Colombia, se tomó como referencia el caso de Japón, un país que ha avanzado significativamente en el aprovechamiento de la energía geotérmica. Este enfoque permitió proporcionar ejemplos relevantes y comparaciones que enriquecen la comprensión del tema.

Para la presentación visual de los datos, se llevó a cabo una rigurosa validación de las estadísticas, cotejando diversas fuentes confiables para garantizar la precisión de la información. Las variables y métricas obtenidas fueron utilizadas para crear gráficos interactivos y visualmente atractivos, facilitando la interpretación y el análisis por parte de los usuarios.

3.5 Cronograma

Primera Semana (25 al 29 de noviembre): Durante esta fase inicial, se definieron las responsabilidades y funcionalidades específicas de cada miembro del equipo, asegurando una asignación eficiente de tareas y recursos para el desarrollo del proyecto. Además, se llevó a cabo una evaluación detallada de diferentes frameworks para determinar cuál se adaptaba mejor a las necesidades técnicas del equipo y los objetivos del proyecto, seleccionando finalmente el más adecuado para garantizar un desarrollo ágil y escalable.

Segunda Semana (02 al 07 de diciembre): En esta etapa, se comenzó a estructurar y cargar la información referente a la energía geotérmica en el sitio web, asegurando que cada sección contuviera contenido técnico y relevante. Se utilizaron diversas fuentes y recursos en línea para enriquecer el contenido. Paralelamente, se avanzó en el desarrollo del documento escrito que acompañaría el proyecto, detallando tanto el proceso de investigación como los resultados obtenidos. Durante esta semana, también se realizaron ajustes y correcciones en el diseño y funcionalidades del sitio web, con el objetivo de cumplir con los requisitos establecidos para la entrega final y la presentación del proyecto.

4 Problemas de Ejecución

El desarrollo del proyecto no estuvo exento de desafíos que impactaron tanto el proceso de creación del sitio web como la elaboración del documento escrito. A continuación, se detallan los principales problemas encontrados durante su ejecución:

Tiempo Reducido: El tiempo disponible para completar el proyecto fue limitado, con solo dos semanas asignadas para el desarrollo de la plataforma web y la redacción del documento. Esta restricción temporal implicó una planificación y ejecución intensiva para cumplir con los objetivos dentro del plazo establecido.

Dificultades en el Consenso del Equipo: A lo largo del proyecto, se presentaron dificultades para coordinar la participación simultánea de los cuatro miembros del equipo debido a compromisos laborales, académicos y familiares. Esta falta de disponibilidad colectiva afectó la dinámica de trabajo en equipo, lo que resultó en ciertos retrasos en la toma de decisiones y en el avance del proyecto en su conjunto.

Inexperiencia Técnica: La falta de experiencia previa en algunos de los lenguajes de programación utilizados (HTML, CSS, JavaScript) presentó dificultades iniciales en la familiarización con las herramientas necesarias para el desarrollo del sitio web. Sin embargo, estos inconvenientes fueron gradualmente superados mediante la capacitación autodidacta y la resolución de problemas a medida que avanzaba el proyecto.

5 Conclusiones

Al finalizar este proyecto, nos llena de satisfacción ver cómo una simple idea se transforma en una plataforma web que busca inspirar un cambio real: la implementación de la energía geotérmica como una fuente de energía renovable en Colombia. Este proyecto no solo tiene como objetivo compartir información, sino también encender una chispa de conciencia sobre el enorme potencial que tiene nuestro país para aprovechar este recurso natural.

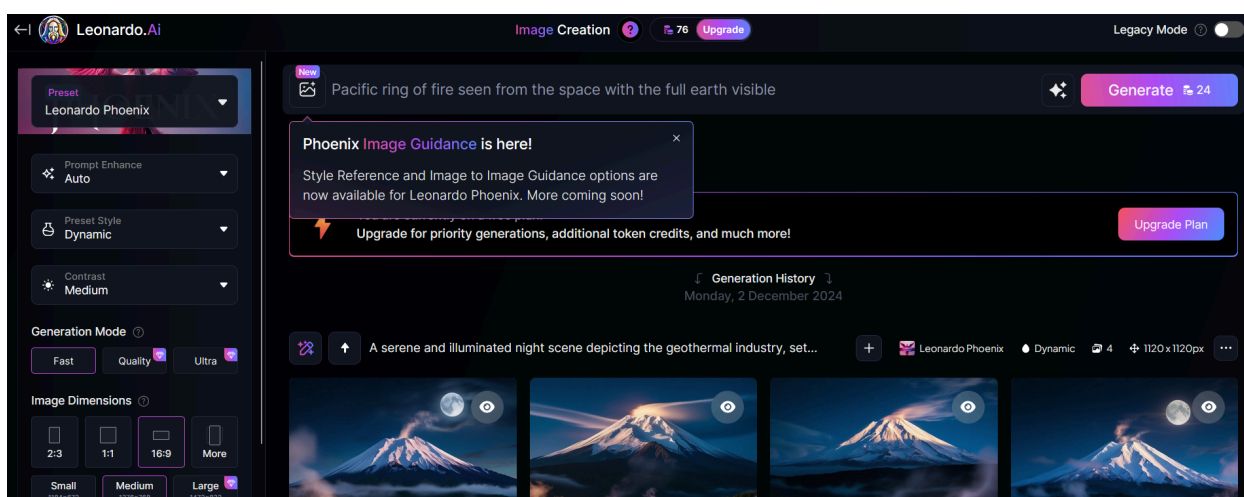
Creemos firmemente que Colombia posee los recursos geotérmicos necesarios para convertirse en un líder en energía renovable en América Latina. Imaginamos un futuro donde la energía geotérmica no solo sea una alternativa viable, sino una opción masificada que impulse un crecimiento energético nacional sostenible y libre de la dependencia de los combustibles fósiles. Con este proyecto, queremos abrir los ojos a un camino lleno de posibilidades, donde la innovación y el respeto por nuestro entorno marquen el rumbo hacia un futuro más limpio, eficiente y próspero para todos.

6 Bibliografía


1. Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA). (2020). *Renewable Energy Benefits: Geothermal Energy*. Recuperado de <https://www.irena.org>
2. Ministerio de Minas y Energía de Colombia. (2019). *Plan Energético Nacional: Colombia 2050*. Bogotá: Gobierno de Colombia.
3. Moncada Loaiza, D., & Martínez Delgado, F. (2017). Potencial geotérmico en Colombia: Evaluación y oportunidades. *Revista de Energías Renovables y Sostenibilidad*, 5(2), 89-105.
4. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). (2021). *Estado y Perspectivas de las Energías Renovables en América Latina y el Caribe*. Quito, Ecuador: OLADE.
5. OpenAI. (2024). *Discusión sobre implementación de la energía geotérmica en Colombia*. Información generada y revisada por ChatGPT, basada en conocimientos técnicos y estudios previos.

6. Poveda, G., & Álvarez, C. (2020). Los desafíos de la transición energética en Colombia. *Revista Energía y Sociedad*, 12(3), 65-80.
7. United States Geological Survey (USGS). (2021). *Geothermal Resource Assessments and Utilization*. Recuperado de <https://www.usgs.gov>
8. Hossain, B. (2022). *Renewable Energy Worldwide (1965-2022)* [Dataset]. Kaggle. Recuperado de <https://www.kaggle.com/datasets/belayethossains/renewable-energy-world-wide-19652022/data>

7 Anexos



(Eres un experto en energías renovables, en desarrollar, documentar y crear proyectos) (Según la imagen que te envié : Contenido-proyecto, dame lo especificado para el contenido y la información del pdf ProgramaciónExplorador.docx.pdf, según la opción: Opción 1 para el proyecto: Transición Energética Justa) (Ten en cuenta las referencias , te daré una : <https://www.kaggle.com/datasets/belayethossains/renewable-energy-world-wide-19652022/data>)



+

Create

🏠

Home

🏆

Competitions

📊


Datasets

🤖

Models

<>

Code

 Search

 BELAYET HOSSAINDS · UPDATED 2 YEARS AGO

▲

61

New Noteb

Renewable Energy World Wide : 1965~2022

Global Hydropower, Wind, Solar, Biofuel & Geothermal Renewable Energy Dataset.

Data Card

Code (41)

Discussion (2)

Suggestions (0)

Company Name

Home

Showcase

Services

Designers

Packages

Contact

Interior Design

Showcase.

