



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# Boletín Ambiental

Central geotérmica de Nesjavellir  
en Islandia. [Wikipedia.org](https://es.wikipedia.org/wiki/Central_geot%C3%A9rmica_de_Nesjavellir).

Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- Sede Manizales

**189** | marzo de  
2022

La geotermia: alternativa energética  
renovable y amigable

**IDEA**  
Instituto de Estudios Ambientales

## **La geotermia: alternativa energética renovable y amigable**

Gonzalo Duque Escobar

Profesor de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

Miembro de la Sociedad de Mejoras Públicas de Manizales

<http://godues.webs.com>

Para descargar el boletín:

▶ [Http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html](http://idea.manizales.unal.edu.co/boletin-ambiental.html)

El aprovechamiento del calor natural irradiado por el núcleo de la Tierra, conservado en rocas con anomalías térmicas, transportado por fluidos internos a través de rocas, o en áreas con gradientes de temperatura significativos, se conoce como geotermia; una rama de las geociencias que se ocupa de una de las fuentes de energía renovable de mayor potencial para varias regiones del planeta, aunque poco utilizada. Como referente, la media del gradiente geotérmico es de 33 °C por km de profundidad.

El proceso tecnológico correspondiente permite aprovechar la energía térmica asociada al calor de las rocas o de los fluidos existentes bajo la superficie de la Tierra y en zonas geológicas especiales, para su posterior uso como energía eléctrica principalmente, o para calentar el ambiente en una zona habitada o la atmósfera de cultivos o bienes que lo requieran, según estemos hablando de energía térmica para uso doméstico o industrial.

Después de utilizar la energía geotérmica accionando turbinas para generar electricidad, los fluidos remanentes, al igual que los de pozos cuya fuente de calor subterránea no supere los 100 °C de temperatura, pueden tener como aplicación la producción de energía térmica para uso industrial y doméstico, e incluso, para calentar agua o climatizar ambientes si los recursos extraídos solo tienen temperaturas menores a los 25 °C.

## Ejemplos

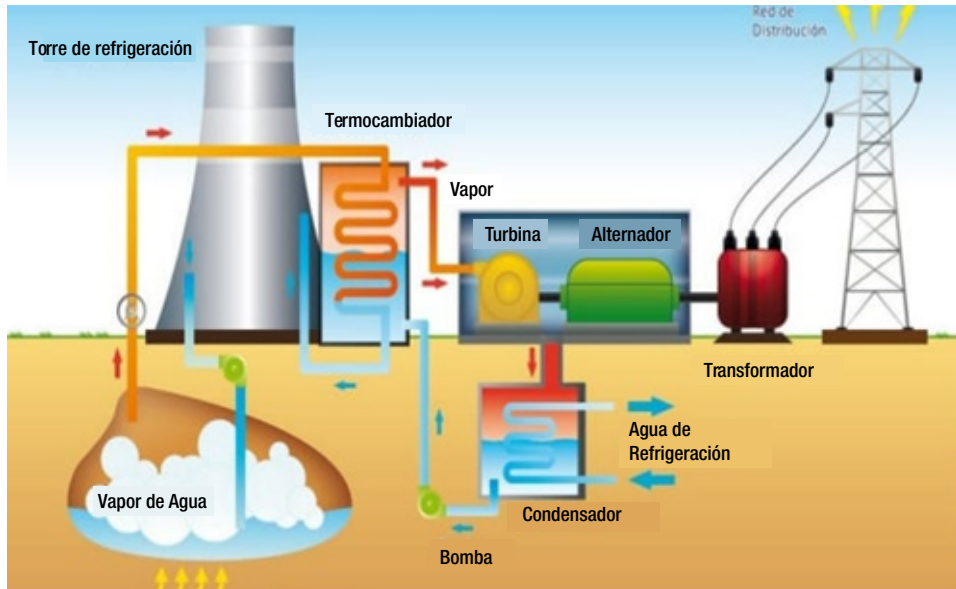


Imagen 1. Central de energía geotérmica  
Fuente: Emaze.com

El uso de un sistema geotérmico susceptible de ser aprovechado con ventaja, tal cual ocurre en el norte de Europa, Japón o Estados Unidos donde ya llevan décadas, todavía no está muy extendido, pese a tratarse de una de las fuentes de energía renovables con gran potencial en muchos casos, y a la disponibilidad de tecnologías que facilitan desarrollar un campo geotérmico con capacidad de aprovechamiento y beneficios razonables.

Si bien, en el orden mundial, la capacidad instalada en energía geotérmica al 2010 llegaba a unos 18 500 MW, y la tecnología desarrollada para su aprovechamiento y que ha sido completamente asimilada, se ha concentrado solamente en explotación de sistemas convectivos hidrotermales de alta temperatura, los cuales se encuentran presentes

en forma limitada en el mundo, también los sistemas geotérmicos de mediana y baja entalpía (temperaturas  $< 180\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), y que se destinan en aplicaciones de usos directos, por ejemplo, en los sectores residencial, comercial, de servicios, agrícola e industrial, son ahora de gran interés. Centroamérica, donde el 8 % de las necesidades anuales de electricidad son cubiertas por el uso de la geotermia, cuenta con más de 1300 fuentes de agua termal con potencial. Como referente, el arco energético de los países del Sistema de Integración Centroamericana SICA, es: energía hidráulica 42,7 %, hidrocarburos y combustibles fósiles 39,8 %, geotermia y viento 5,2 % cada una, bagazo de caña en ingenios azucareros 4,8 %, energía solar 2,2 %, y biogás 0,1 %.

En la prospección de fuentes de origen magmático, un indicador de la energía disponible en el reservorio lo constituye la naturaleza de las fumarolas; examinando la química de los gases volcánicos emanados, las cloruradas anuncian ambientes de  $800\text{ }^{\circ}$  a  $450\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; las ácidas, ambientes de  $450\text{ }^{\circ}$  a  $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y las alcalinas o amoniacales, de  $250\text{ }^{\circ}$  a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las segundas están compuestas por vapores de agua, ácido clorhídrico y anhídrido sulfuroso y las terceras por cloruro, amónico y ácido sulfhídrico.

## El modelo geotérmico

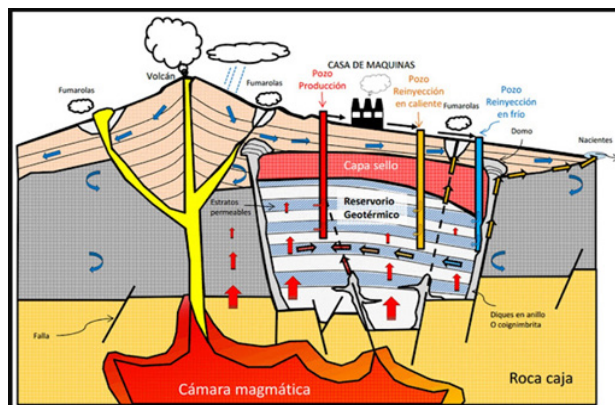


Imagen 2. Campo geotérmico en ambiente volcánico  
Fuente: Leonardo Solís

A la pregunta: ¿cómo funciona la geotermia y cómo se extrae la energía?, la respuesta empieza por aclarar que existen diferentes técnicas de captación: primero, la horizontal enterrada, cuando el sistema que trabaja a poca profundidad (entre 0,5 y 1,5 metros), lo hace con colectores horizontales que constan de un entramado de tuberías de polietileno o ales, en cuyo interior circula agua con anticongelante.

Contrariamente, cuando no se tiene suficiente espacio, está la captación vertical mediante sondas geotérmicas verticales donde las tuberías del sistema pueden alcanzar los 150 metros de profundidad; por último, está la captación por ríos o lagos que consiste en servirse de las aguas termales para introducir en la masa del fluido los captadores y realizar allí el contraste de temperaturas.

Una vez que la energía ha sido captada, el siguiente paso es convertir el calor del fluido en energía mediante una bomba geotérmica de calor que, al captar la energía térmica pasa a un evaporador donde el calor se mezcla en un circuito con refrigerante que entra en estado gaseoso y puede acceder al compresor y condensador; allí regresa al estado gaseoso para ser utilizada como calefacción o agua caliente.

Una ventaja de la geotermia radica en permitir el uso escalonado de la energía: inicialmente, con el fluido a alta temperatura se generaría electricidad, luego puede conducirse a través de termoductos dicho fluido a decenas de kilómetros, sin que haya pérdida significativa de calor, para lograr su uso industrial utilizando intercambiadores de energía, y finalmente, el agua llegaría a invernaderos o a baños termales.

Un campo geotérmico podría ser el de un reservorio a alta temperatura ubicado a menos de dos Km de profundidad, litológicamente establecido en rocas porosas, pero protegido por una capa sello impermeable para prevenir la pérdida de energía térmica. Si a dicho reservorio llega un pozo productor para llevar vapor a una la turbina y generar electricidad, también podría instalarse un pozo de reinyección para regresar el agua residual al yacimiento.

## ¿Y Colombia qué?

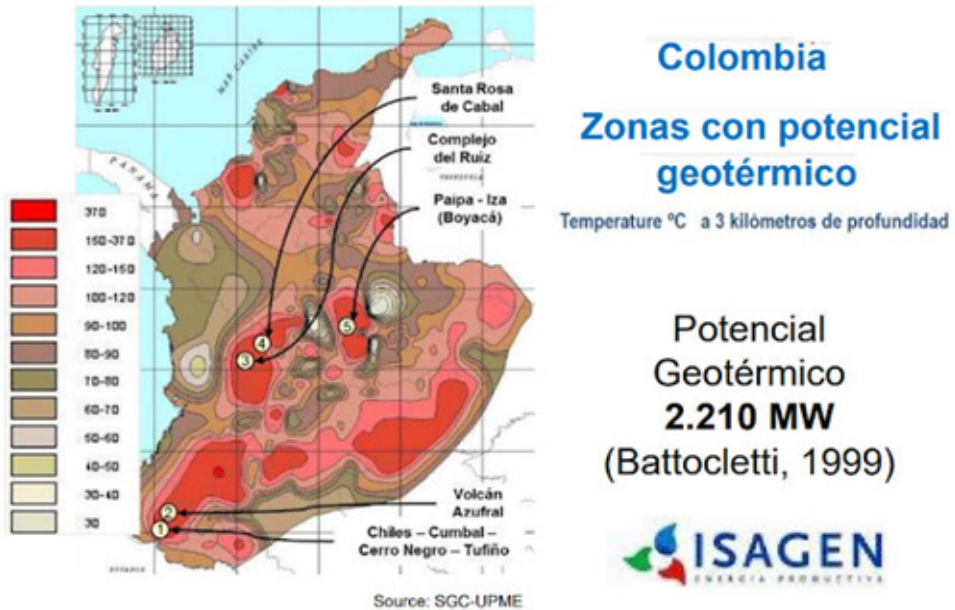


Imagen 3. Colombia – Zonas con Potencial Geotérmico ISAGEN, 2014

Aunque Colombia, como Suramérica y Centroamérica no cuenta con escenarios de vulcanismo efusivo tal cual ocurre con las Islas Canarias, sino de tipo explosivo, las posibilidades de energía geotérmica vulcanogénica pasan por los tres segmentos volcánicos: Galeras, Huila y Ruiz, pero igualmente por áreas con anomalías térmicas ya identificadas durante las exploraciones petroleras, razón por la cual, la búsqueda de yacimientos promisorios para Colombia en tiempos recientes, se extiende a volcanes en estado OFF (inactivos) y pasan por los Llanos Orientales.

Si en Colombia el petróleo no solo continúa aumentando de precio, sino que, se están agotando sus reservas probadas, tendríamos dos razones para valorar favorablemente la opción de generar energía eléctrica con recursos geotérmicos de baja temperatura, cuyas perspectivas se vuelven más prometedoras, así la generación de electricidad con plantas de ciclo binario resulte poco competitiva en comparación con las convencionales, aunque habría que implementar un programa de investigación sobre las posibles aplicaciones de la geotermia de baja y media temperatura.

En marzo de 2021, Parex Resources y la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín pusieron en funcionamiento el primer proyecto de generación eléctrica del país con 100 kW de potencia instalada, a partir de energía geotérmica, en Campo Maracas de Casanare; a esto se suma que dicha empresa tiene otro piloto de baja entalpía con capacidad de 35 kW para ser desarrollado en Campo La Rumba, en el municipio de Aguazul en Casanare, similar al piloto de Chichimene en Acacías, Meta, el que desarrolla Ecopetrol con una capacidad de 2 MW.

## ¿Y la región qué?



Imagen 4. Complejo volcánico Ruiz Tolima - Ideam-



En el país, cuando la Central Hidroeléctrica de Caldas (CHEC), con su departamento de Geotermia, entre otros escenarios identificados, optó por el sector occidental de la Olleta, por tratarse de una de las zonas más proclives a ser fuente de energía geotérmica del macizo volcánico Ruiz Tolima, se encontró una anomalía térmica interesante, de unos 230 °C al perforar un pozo exploratorio a 1400 m de profundidad y a una altitud de 3500 ms.n.m.

Para ese entonces, el aporte de Ingeominas al elaborar el registro estratigráfico al pie de la perforación, y de la Universidad Nacional de Colombia dándole soporte al proyecto en el campo de la geoquímica, además de resultar fundamentales para el proyecto, gracias a un modelo interinstitucional colaborativo, también se nutrieron los acervos tecnológicos de dichas instituciones, las mismas que con la CHEC participaron en actividades de investigación y monitoreo volcánico desde 1985.

Finalmente, mientras el Servicio Geológico de Colombia estima que el potencial de generación de energía eléctrica con recursos geotérmicos para el país rondan los 138,60 EJ, equivalentes a unos 1170 MW, casi la mitad de lo estimado por ISAGEN, la pregunta es, si el modelo económico a largo plazo, por estar atado a una fuente de larga vida útil que demanda bajo costo de mantenimiento, compensará el elevado precio en la instalación de la infraestructura y los costos ambientales relacionados con el vertimiento de fluidos que puedan contaminar acuíferos.

## Fuentes bibliográficas

Área Tecnológica: Geotermia. Observatorio Tecnológico de la Energía. IADE, España. 01 02 2012.

Con cuatro pilotos, el país genera energía geotérmica y biomasa. Alfonso López Suárez. Portafolio. Julio 28 de 2021.

Energía Geotérmica. División de Geotermia. Guatemala. Julio, 2007.

Geotermia en Colombia. Grupo de Investigación y Exploración de Recursos Geotérmicos. Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2019.

Geotermia en Colombia. ISAGEN. Mayo – 2014.

Ecopetrol explorará con energía geotérmica; será asesorada por Petro-learn LLC. Por Valora Analitik -2021-10-13.

Estudio del recurso geotérmico de baja entalpía en la Isla de Gran Canaria. Omayra del Pino Díaz Molina 2016. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Guía de Energía Geotérmica. FECM. Madrid España. 2008.

La Energía Geotérmica. Anaely Saunders Vázquez. In Las fuentes renovables de energía. (Tomo II) December 2018.

La energía geotérmica. Instituto Geológico y Minero de España. 1983.

La Energía Geotérmica como fuente alternativa de abastecimiento para la demanda en Colombia. Adriana María Gil González. Universidad Nacional Abierta y a Distancia Medellín, 2019.

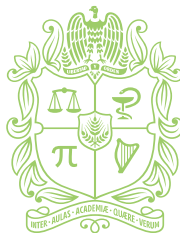
La energía geotérmica puede cubrir todo el consumo eléctrico mundial. REVE. 5 marzo, 2013.

Manual de geología para ingenieros. Duque Escobar, Gonzalo (2003) Universidad Nacional de Colombia, Manizales.

Manual de geotermia. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía C/ Madera, 8. Madrid, junio de 2008.

¿Qué es la Energía Geotérmica? Mary H. Dickson y Mario Fanelli. Istituto di Geoscienze e Georisorse, CNR, Pisa, Italia. Trad: Alfredo Lahsen. (2004)

Valoración y gobernanza de los proyectos geotérmicos en América del Sur. Paolo Bona y Manlio F. Coviello. CEPAL 2016.



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

Instituto de Estudios Ambientales - IDEA -  
Teléfono: 8879300 Ext. 50190  
Cra 27 #64-60 / Manizales - Caldas  
<http://idea.manizales.unal.edu.co>  
[idea\\_man@unal.edu.co](mailto:idea_man@unal.edu.co)

**Edición, Diseño y Diagramación:** IDEA Sede Manizales  
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales