

## **Bombas de Calor Geotérmicas para acondicionamiento de espacios habitacionales y comerciales: Proyecto 13 del CeMIE-Geo**

**Alfonso García-Gutiérrez<sup>1</sup>, Fernando Rivas Cruz<sup>1</sup>, Vicente Torres Luna<sup>1</sup>, Pablo García Manuel<sup>1</sup>, Ismael Gonzales Reyes<sup>1</sup>, Rosember Ovando Castelar<sup>1</sup>, Juan Ignacio Martínez Estrella<sup>1</sup>, Abelardo Mercado Herrera<sup>2</sup>, Fernando Lara Chávez<sup>2</sup>, Juan Carlos Ling López<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Mor., México. Correo: [aggarcia@iie.org.mx](mailto:aggarcia@iie.org.mx)

<sup>2</sup>Universidad Politécnica de Baja California, Mexicali, B.C., México. Correo: [amercadoh@upbc.edu.mx](mailto:amercadoh@upbc.edu.mx)

### **Resumen**

En este trabajo se presenta una breve descripción del proyecto 13 del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIE-Geo), el cual considera la instalación y prueba dos Bombas de Calor Geotérmicas (BCG) en el país. Los sitios de prueba representan climas extremos que permitirán probar la eficacia de estos equipos. El estudio se complementa con otras actividades que permitirán determinar la aplicabilidad técnica-económica de las BCG y su potencial de uso en el país, y se considera como un proyecto pionero y único de su tipo.

*Palabras clave:* Bombas de Calor, energía geotérmica, CeMIE-Geo, calefacción, aire acondicionado.

## **Geothermal Heat Pumps for conditioning of commercial and domestic buildings: The CeMIE-Geo's Project 13**

### **Abstract**

A description is given of Project 13 of the Mexican Center for Innovation in Geothermal Energy (CeMIE-Geo for its acronym in Spanish) which includes the installation and testing of two Geothermal Heat Pumps (GHP) in Mexico. The tests sites represent extreme weather conditions which will allow test the effectiveness of this technology in a variety of conditions. The study also considers GHP technical-economic feasibility and country-wide potential use aspects, and is considered as a pioneering project.

*Key words:* Heat pumps, geothermal energy, CeMIE-Geo, space heating, air conditioning.

### **Introducción**

Las BCG son máquinas térmicas que proporcionan calefacción y enfriamiento de espacios con un mismo equipo aprovechando energía geotérmica de muy baja temperatura (5-25°C). Son altamente eficientes, ya que por cada kW de electricidad consumido, aportan o extraen 3-4 kW de energía térmica del espacio acondicionado. Además, permiten ahorros de electricidad de 33 a 70%, reduciendo la demanda eléctrica de la red y las emisiones de gases de efecto invernadero en relación directa con la electricidad no usada. Las BCG representan una tecnología madura y es la tecnología geotérmica de mayor crecimiento en el mundo. Pueden instalarse prácticamente en cualquier parte del mundo.

La utilización de estas unidades creció 2.29 veces entre 2005 y 2010 a un ritmo anual de 18%, mientras que su capacidad instalada creció 2.15 veces a un ritmo anual de 16.6% en el mismo período (Lund et al., 2011). Comercialmente, hoy en día se usan en más de 43 países para acondicionamiento de casas, escuelas, hoteles, universidades, centros comerciales, aeropuertos, hospitales, etc.

A pesar de todas estas características de las BCG y hasta donde se sabe, no existe ningún equipo de este tipo operando en México.

Por otro lado, en México ha venido aumentando el consumo de energía para el confort de los ocupantes de edificios de los sectores residencial y comercial (DeBuen, 2005). De hecho, en 2010 el consumo total de energía de los sectores residencial y comercial representó el 19.1%, mientras que el consumo de electricidad representó el 25.3% (SENER, 2010). En específico, el consumo eléctrico en estos sectores aumentó un 30% entre los años 2000 y 2010, destinando gran parte de ella al acondicionamiento de espacios.

Con base en los antecedentes mencionados y siendo México un país líder en el mundo en la explotación de energía geotérmica para generación de electricidad, se decidió solicitar apoyo para realizar el presente proyecto con el fin de demostrar el potencial de aplicación y de ahorro de energía de las Bombas de Calor Geotérmicas como una tecnología limpia, sustentable y altamente eficiente para acondicionamiento de espacios habitacionales y comerciales en el centro y norte del país, y proveer las bases para su uso a gran escala en el país.

### Aspectos teóricos

La Figura 1 muestra un esquema de una bomba de calor con sus tres partes principales: (1) el espacio acondicionado, (2) la bomba de calor (BC) misma y (3) la fuente/sumidero de calor.

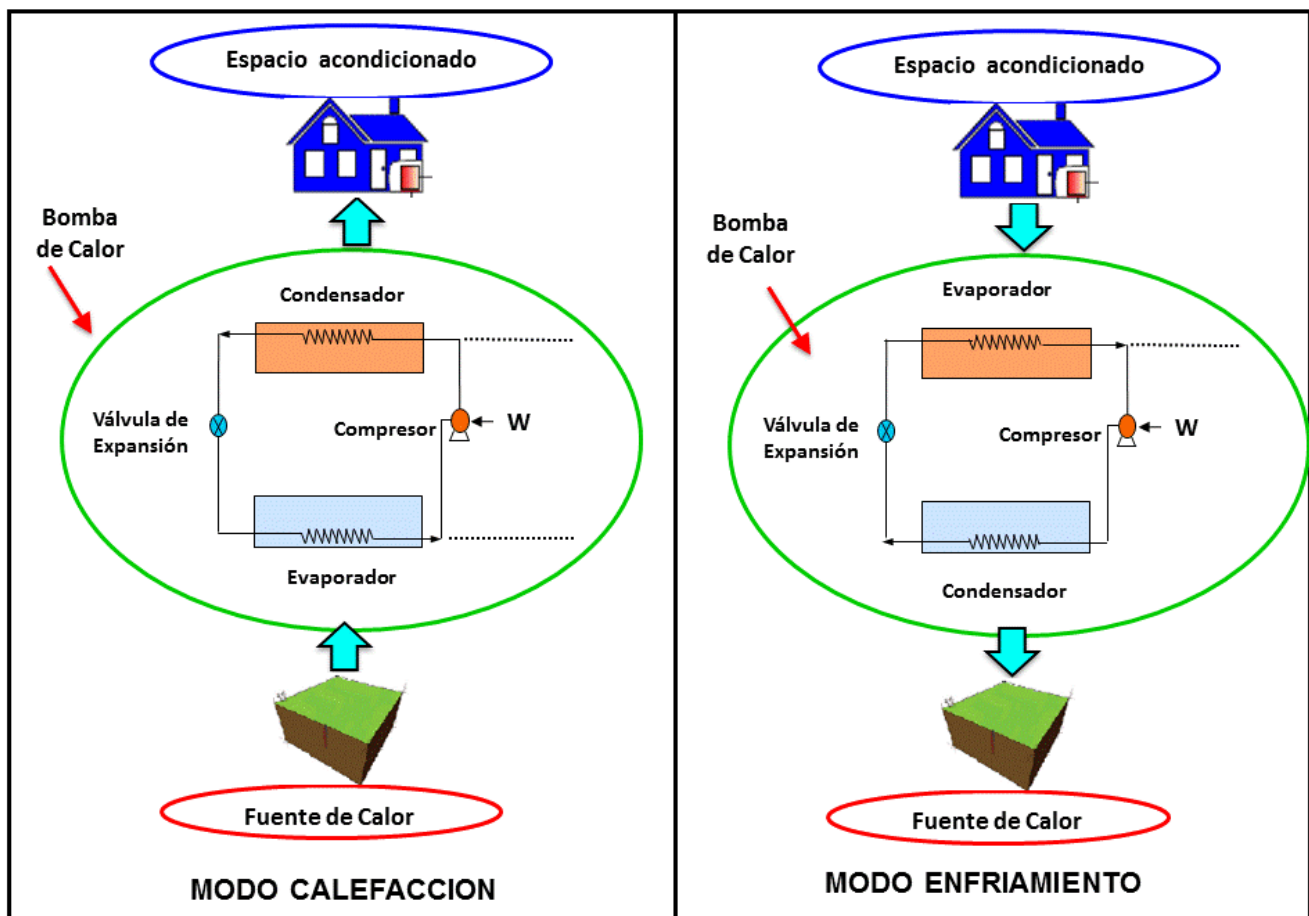


Fig. 1. Diagrama esquemático de una BCG.

- El espacio a acondicionar es una edificación con un sistema de distribución de aire o agua caliente, alimentado a las condiciones de temperatura y humedad requeridas.
- La BC es una máquina térmica que opera como un refrigerador pero a la inversa: en el evaporador se provoca un efecto de enfriamiento y en el condensador un efecto de calentamiento. La BC puede operarse para proporcionar enfriamiento o aire acondicionado y calefacción de espacios habitados y para calentamiento de agua doméstica.
- La fuente o sumidero de calor puede ser el aire, agua o el subsuelo. En este último caso, a la BC se le denomina Bomba de Calor Geotérmica (BCG o GHP por sus siglas en inglés).

La operación reversible de la BCG es posible gracias al uso de una válvula reversible (ver Figura 2), y su conexión al subsuelo se hace en *circuito cerrado*, vertical u horizontal (GCHP), o en *circuito abierto* a un pozo de agua subterránea (GWHP) o a un cuerpo de agua superficial estática o corriente, p. ej., un lago o un río (SWHP), como se esquematiza en la Figura 3. El fluido que conecta el subsuelo con la BCG es agua con o sin anticongelante.

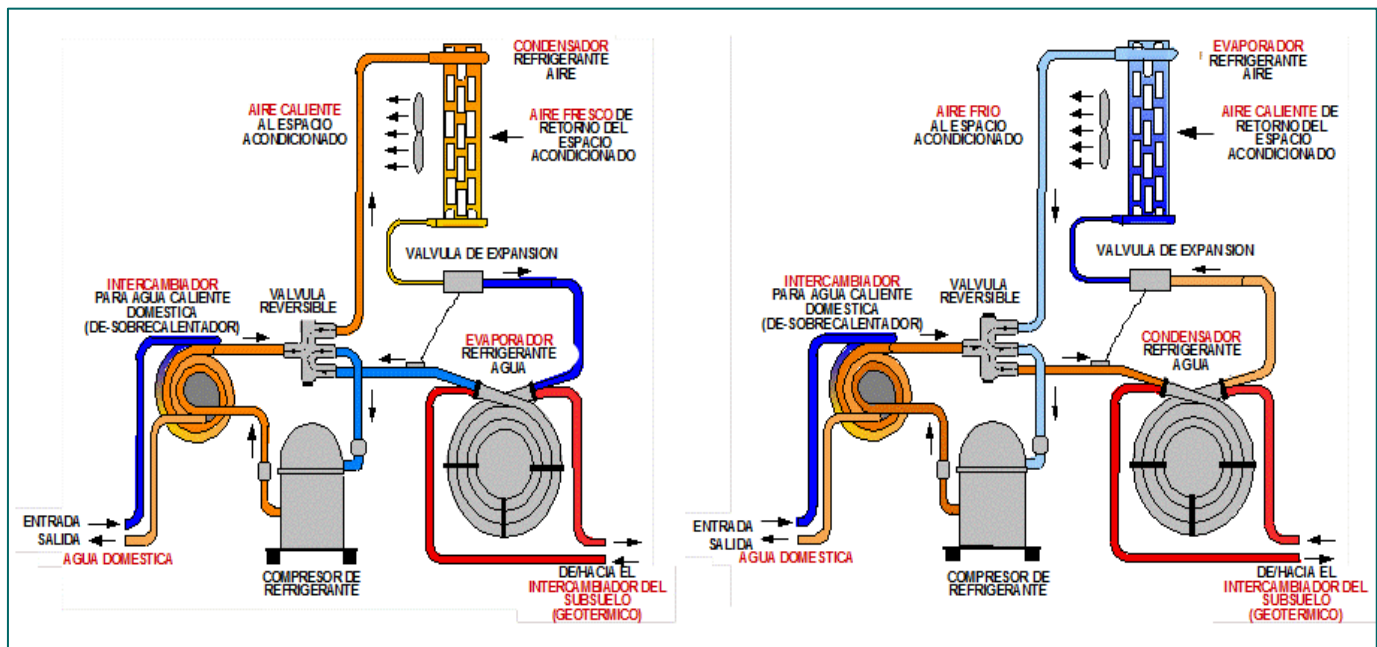


Fig. 2. Operación de una BCG en modos calefacción (izquierda) y enfriamiento (derecha) (adaptada de Lund, 2007).

## Alcances del proyecto

El proyecto contempla la realización de seis actividades principales:

1. Estudio de factibilidad técnico-económica con énfasis en las zonas norte y centro del país, recopilación extensiva de información y actualización bibliográfica continua.
2. Proyecto demostrativo de una BCG en el norte del país (Mexicali, B.C.).
3. Proyecto demostrativo de una BCG en el centro del país (Cuernavaca, Mor., o Los Humeros, Pue.).

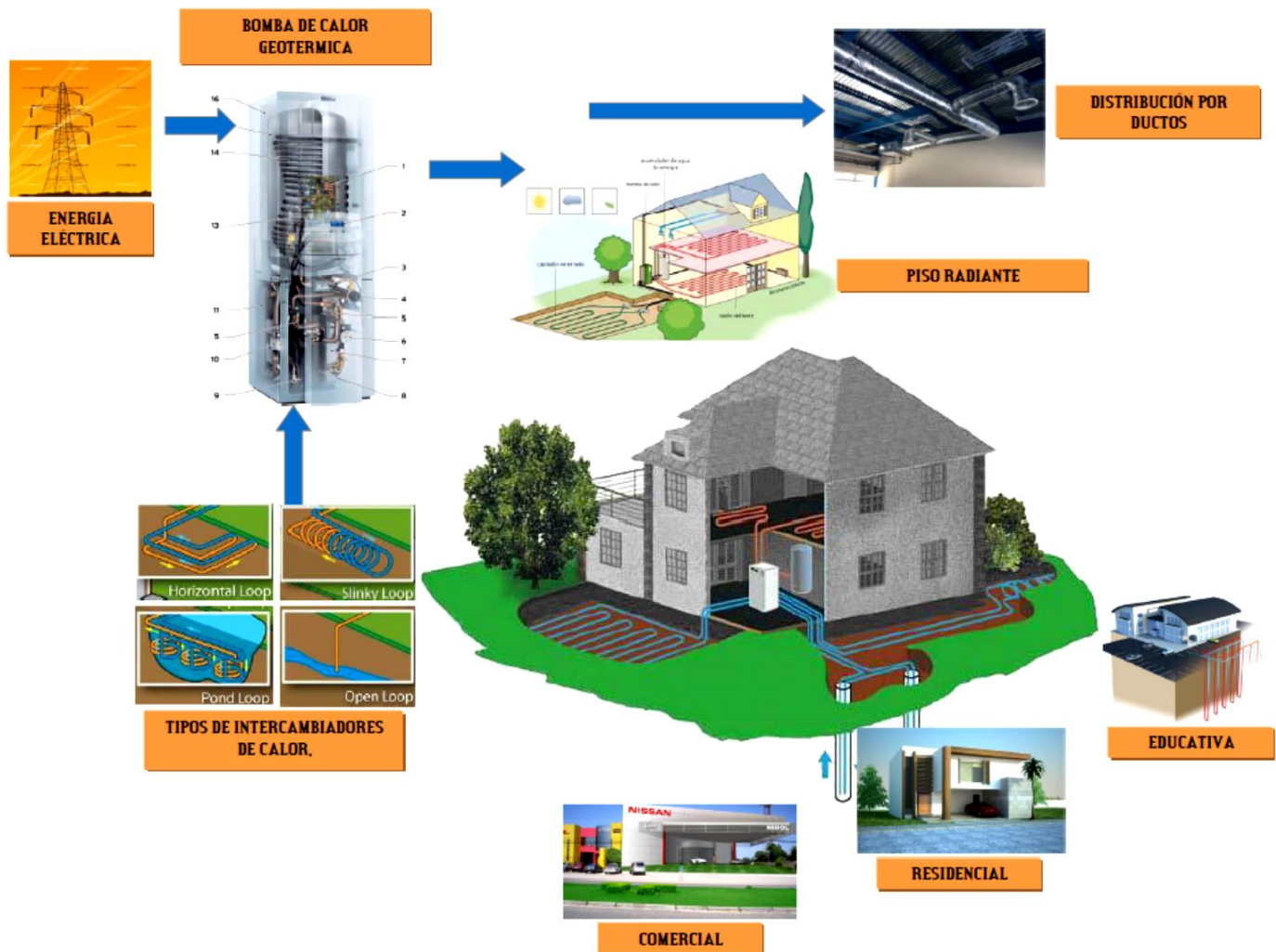


Fig. 3 Diagrama conceptual de una BCG.

4. Estudio técnico-económico comparativo contra tecnologías convencionales para diversas zonas climáticas del país.
5. Estudio de mercado del potencial y estrategia de utilización de las BCG en los sectores residencial y comercial.
6. Evaluación y documentación de todas las actividades del proyecto, difusión y protección de resultados, formación de recursos humanos de alto nivel.

### Resultados esperados

- Proyecto demostrativo y base de datos operativos como una alternativa viable para acondicionamiento de espacios en forma eficiente y económica.
- Estudio técnico-económico de factibilidad, costo beneficio en el centro y norte del país.
- Estudio técnico-económico comparativo contra tecnologías convencionales.
- Estudio del mercado potencial en los sectores residencial y comercial en el centro y norte del país.
- Documentación, difusión y protección intelectual de resultados.

- Formación de recursos humanos de alto nivel.

## Referencias

- De Buen, O., 2005. Consumo de energía en los sectores residencial y comercial en México. Disponible en [www.funtener.org/pdfs/Presentacion1-CCA-EV.pdf](http://www.funtener.org/pdfs/Presentacion1-CCA-EV.pdf)
- Lund, J., 2007. Geothermal (Ground-source) Heat Pumps. Lecture presented at IIE, Cuernavaca, México, 2007. Inédito.
- Lund, J., Freeston, D.H., and Boyd, T.L., 2011. Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review. *Geothermics*, in press.
- SENER, 2010. Balance Nacional de Energía 2009. Secretaría de Energía, México, DF. Disponible en <http://www.sener.gob.mx/portal/Mobil.aspx?id=1791>