

2016, BUENAS PERSPECTIVAS PARA LA GEOTERMIA EN MÉXICO

LA CAPACIDAD MUNDIAL EN USOS DIRECTOS DE LA GEOTERMIA ES DE MÁS DE 70.000 MWt. MÁS DEL 70% DE ESTA CAPACIDAD CORRESPONDE A LAS LLAMADAS BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS, CON UN TOTAL DE CASI 50.000 MWt, SIGUIÉNDOLE LOS BALNEARIOS Y SPAS (9.140 MWt) Y LA CALEFACCIÓN DOMÉSTICA Y DE DISTRITO (7.556 MWt). MÁS DE 80 PAÍSES UTILIZAN LA GEOTERMIA DE MANERA DIRECTA PARA DIVERSAS APLICACIONES (CALEFACCIÓN, BALNEARIOS, DESHIDRATACIÓN DE VEGETALES, INVERNADEROS, SECADO DE MADERA, BOMBAS DE CALOR, ETC.). LOS PRIMEROS CINCO PAÍSES CON MAYOR CAPACIDAD INSTALADA PARA USOS DIRECTOS DE LA GEOTERMIA EN EL MUNDO SON: CHINA, CON 17.870 MWt, EE.UU. CON 17.416 MWt, SUECIA, CON 5.600 MWt, TURQUÍA, CON 2.886 MWt Y ALEMANIA CON 2.849 MWt (DATOS A 2014).

Sin embargo, sólo 23 países utilizan recursos geotérmicos para generar energía eléctrica. Esos países tienen una potencia instalada total de más de 13.000 MW, estando México en cuarto lugar, con una potencia total instalada de 1.081 MW, aunque la capacidad en operación efectiva es de sólo 883 MW, lo que representa poco menos del 2% de la capacidad eléctrica total del país a diciembre de 2015, si bien cubre la demanda de electricidad de unos dos millones de hogares mexicanos.

2016: GOOD PROSPECTS FOR GEOTHERMALS IN MEXICO

GLOBAL CAPACITY FOR DIRECTLY-USED GEOTHERMAL ENERGY STANDS AT MORE THAN 70,000 MWt. OVER 70% OF THIS CAPACITY CORRESPONDS TO THE SO-CALLED GEOTHERMAL HEAT PUMPS, WITH A TOTAL OF 50,000 MWt, FOLLOWED BY SPRING RESORTS AND SPAS (9,140 MWt) AND DOMESTIC HEATING AND DHW NETWORKS (7,556 MWt). MORE THAN 80 COUNTRIES USE GEOTHERMAL ENERGY DIRECTLY IN A RANGE OF APPLICATIONS (HEATING, SPAS, DEHYDRATION OF VEGETABLES, GREENHOUSES, DRYING WOOD, HEAT PUMPS, ETC.). THE TOP FIVE COUNTRIES WITH THE LARGEST INSTALLED CAPACITY FOR DIRECTLY-USED GEOTHERMALS WORLDWIDE ARE: CHINA, WITH 17,870 MWt; THE US WITH 17,416 MWt; SWEDEN, WITH 5,600 MWt; TURKEY, WITH 2,886 MWt; AND GERMANY WITH 2,849 MWt (2014 FIGURES).

However, only 23 countries use geothermal resources to generate electrical power. These countries have a total installed capacity of more than 13,000 MW, with Mexico ranked fourth with a total installed capacity of 1,081 MW. Although the capacity in effective operation is only 883 MW, as at December 2015, representing just under 2% of the country's total electrical output, it is able to cover the electricity demand of some two million Mexican households.

Puesto Ranking	País Country	Potencia instalada (MW) Installed capacity (MW)
1	EE.UU USA	3789
2	Filipinas Philippines	1870
3	Indonesia Indonesia	1438.5
4	México Mexico	1081
5	Nueva Zelanda New Zealand	1005
6	Italia Italy	941
7	Islandia Iceland	664.4
8	Turquía Turkey	635
9	Kenia Kenya	625
10	Japón Japan	519
11	Costa Rica Costa Rica	207.1
12	El Salvador El Salvador	204.4
13	Nicaragua Nicaragua	159
14	Rusia Russia	81.9
15	Guatemala Guatemala	52
16	Papúa-Nueva Guinea (Isla Lihir) Papua New Guinea (Lihir island)	50
17	Portugal (Islas Azores) Portugal (Azores Islands)	28.5
18	China (incluye Tíbet) China (including Tibet)	27
19	Alemania Germany	27
20	Francia (Isla Guadalupe y Alsacia) France (Guadalupe & Alsace)	16
21	Etiopía Ethiopia	7
22	Austria Austria	1
23	Australia Australia	1
24	Tailandia Thailand	0.3
	Total Total	13430.1

La geotermia en México

En México, la generación comercial de electricidad a partir de energía geotérmica se realiza desde 1973. Hasta ahora esta industria ha estado a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), a través de su Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos (GPG), que ha operado hasta la fecha los cuatro campos geotérmicos que se encuentran operativos en México.

En los últimos años, la geotermia ha tenido un crecimiento importante; y para 2016 se perfila una fuerte participación de la iniciativa privada en la generación de esta energía. Según datos de la Prospectiva de energías renovables de la Secretaría de Energía (SENER), entre las mayores ventajas de la geotermia está su bajo coste de

Geothermals in Mexico

In Mexico, the commercial generation of electricity from geothermal energy has been taking place since 1973. To date, this industry has been controlled by the Federal Electricity Commission (CFE), via its Department for Geothermoelectric Project Management (GPG) that currently operates the four existing operational geothermal fields in Mexico.

Geothermal energy has experienced a significant level of growth in recent years with heightened participation from private initiatives expected during 2016. According to figures from the Secretary of Energy (SENER) Renewable Energy Prospectus, the main advantages of geothermal energy include its low technology costs for generation that average 52\$/MWh, compared to 280\$/MWh

for utility-scale solar power, 100\$/MWh for offshore wind power and 131\$/MWh for biomass.

The four fields operated by the CFE are: Cerro Prieto, Los Azufres, Los Humeros, and Las Tres Virgenes. The CFE has over 250 geothermal wells in continuous operation in these fields, at average depths of 2,500 metres. The country's total annual production is in the region of 6,045 GWh (Cerro Prieto, 4,100 GWh; Los Azufres, 1,550 GWh; and Las Tres Virgenes, 55 GWh).

Main characteristics of the operative fields

- Cerro Prieto, Baja California: 720 MW net output, comprising four units of 110 MW each, four units of 37.5 MW each, a 30 MW low

tecnología para la generación, que en promedio es de 52 \$/MWh, frente a los 280 \$/MWh de la solar a gran escala o los 100 \$/MWh de la eólica marina y los 131 \$/MWh de la biomasa.

Los cuatro campos operados por la CFE son: Cerro Prieto, Los Azufres, Los Humeros y Las Tres Vírgenes. La CFE tiene en operación continua en estos campos más de 250 pozos geotérmicos con una profundidades promedio de 2.500 m. La producción total anual en el país se sitúa en torno a 6.045 GWh (Cerro Prieto, 4.100 GWh, Los Azufres, 1.550 GWh y Las Tres Vírgenes, 55 GWh).

Características principales de los campos operativos

- Cerro Prieto, Baja California: 720 MW de potencia neta, constituida por cuatro unidades de 110 MW cada una, cuatro unidades de 37,5 MW cada una, una unidad de baja presión de 30 MW y cuatro unidades más de 25 MW cada una. Todas las unidades son a condensación, de un solo flasheo, excepto las de 37,5 MW que son de doble flasheo. Las cuatro unidades más antiguas de 37,5 MW cada una se encuentran actualmente fuera de operación, y por lo tanto la potencia operativa del campo es de 570 MW.
- Los Azufres, Michoacán: 247,4 MW de potencia bruta, constituida por seis unidades a condensación de flasheo sencillo (una de 53 MW, otra de 50 MW y cuatro de 26,6 MW brutos), siete unidades a contrapresión de 5 MW cada una y dos unidades de ciclo binario de 1,5 MW cada una. A la fecha cuatro unidades a contrapresión y las dos unidades de ciclo binario están fuera de servicio, con lo que la potencia operativa es de 224,4 MW. La CFE está construyendo una unidad adicional de 25 MW a condensación, en lo que se denomina el proyecto Los Azufres III, Fase 2.
- Los Humeros, Puebla: 93,6 MW de potencia instalada, integrada por ocho unidades a contrapresión de 5 MW cada una y dos unidades a condensación de 26,8 MW cada una. Sin embargo, cinco de las unidades de 5 MW no se encuentran en operación continua, sino que se utilizan como respaldo cuando alguna otra debe salir a mantenimiento, con lo cual la potencia operativa o efectiva del campo es de 68,6 MW. Se encuentra en construcción una unidad adicional de 26,6 MW brutos, estando programada su entrada en operación comercial para este año.
- Las Tres Vírgenes, Baja California Sur: 10 MW de potencia constituida por dos unidades a condensación (flasheo simple) de 5 MW cada una.

La CFE tiene identificado otro campo más, denominado Cerritos Colorados, aunque la fecha no opera ninguna planta en él sí hay varios pozos perforados que han demostrado la existencia de un recurso geotérmico en el subsuelo, que la CFE estima en un mínimo de 75 MW.



Central geotérmica Los Azufres. Foto cortesía CONACYT
Los Azufres geothermal plant. Photo courtesy of CONACYT

pressure unit and four further units of 25 MW each. Every unit is a single flash condensing unit except for the double flash 37.5 MW units. The four oldest 37.5 MW units are not currently in operation and as such, the operational output of the field stands at 570 MW.

- Los Azufres, Michoacán: 247.4 MW gross output, made up of six single flash condensing units (one 53 MW, one 50 MW and four units with 26.6 MW gross output each), seven 5 MW backpressure units and two binary cycle units of 1.5 MW each. As at today's date, four backpressure units and the two binary cycle units are not in service, resulting in an operational output of 224.4 MW. The CFE is constructing an additional 25 MW condensing unit as part of the Los Azufres III, Phase 2 project.
- Los Humeros, Puebla: 93.6 MW installed capacity, comprising eight 5 MW backpressure units and two 26.8 MW condensing units. However, five of the 5 MW units are not in continuous operation and are only used as a back-up when another unit requires maintenance, meaning that the operational or effective output of the field stands at 68.6 MW. An additional unit with a gross output of 26.6 MW is currently under construction and is scheduled to enter into commercial operation this year.
- Las Tres Vírgenes, Baja California Sur: 10 MW capacity comprising two simple flash condensing units of 5 MW each.

The CFE has identified one further field called Cerritos Colorados. Although there are no plants currently in operation at this site, several wells have been drilled, demonstrating the existence of a geothermal resource in the subsoil that the CFE estimates will contribute a minimum of 75 MW.

Thanks to the geothermal 'Round Zero' in July 2015, the CFE controls 52% of the capacity already installed in the four operational fields. Moreover, in December 2015 SENER awarded the CFE the operating concession for the Cerritos Colorados field as well as a 25 MW extension to Los Azufres. These concessions have been awarded under the scope of the new Geothermal Energy Law passed in 2014.

New developments

There are two private geothermoelectric projects being developed in Mexico, involving self-supply permits and small-scale production that fall within the scope of the regulatory framework in force prior to the energy reform. This involves the following projects: Domo San Pedro and Volcán Ceboruco, both located in the state of Nayarit.

At the Domo San Pedro geothermal field, the Grupo Dragón has installed two 5MW backpressure units that have been in commercial operation since February and March 2015. It is currently constructing a single flash condensing unit with a net output of 25 MW, scheduled to come on line this year. This is the first privately-owned and operated geothermal field in Mexico, developed within the scope of the former regulatory framework prior to the entering into force of the energy reform, in particular, in line with the Geothermal Energy Law (GEL). Pursuant to this law, in 2015, SENER awarded the operating concession for this geothermal field to Grupo Dragón.

The Energy Regulatory Commission has granted a small-scale production permit for the other geothermoelectric project located in the state of Nayarit. This project is being developed by a joint venture company

Con la Ronda Cero geotérmica, en julio de 2015, la CFE se quedó con el 52% de la capacidad que ya tenía instalada en los cuatro campos operativos. Además en diciembre de 2015 SENER otorgó a la CFE la concesión de explotación para el campo Cerritos Colorados, así como una ampliación de 25 MW en Los Azufres, concesiones de acuerdo a la nueva Ley de Energía Geotérmica aprobada en 2014.

Nuevos desarrollos

Hay dos proyectos geotermoeléctricos privados que se desarrollan en México, con base en permisos de autoabastecimiento y de pequeña producción expedidos todavía bajo el marco regulatorio previo a la reforma energética. Se trata de los proyectos: del Domo San Pedro y del Volcán Ceboruco, ambos en el estado de Nayarit.

El Grupo Dragón ha instalado en el campo geotérmico del Domo San Pedro un par de unidades a contrapresión de 5 MW cada una, que están operando comercialmente desde febrero y marzo de 2015. Adicionalmente, se encuentra en construcción una unidad a condensación de un solo flasheo de 25 MW netos de potencia, programada para entrar en operación este año. Este es el primer campo geotérmico de propiedad y operación privada en México, desarrollado al amparo del antiguo marco regulatorio previo a la entrada en vigor de la reforma energética, en general, y de la Ley de Energía Geotérmica (LEG), en particular. De acuerdo con esta ley, en 2015 la SENER le otorgó al Grupo Dragón la concesión de explotación de este campo geotérmico.

La Comisión Reguladora de Energía ha otorgado un permiso de pequeña producción para el otro proyecto geotermoeléctrico ubicado en el estado de Nayarit. Este proyecto es desarrollado por una empresa conjunta entre la compañía perforadora Mexxus Drilling y la islandesa Reykjavik Geothermal (Mexxus-RE). Esta compañía ha obtenido el permiso de exploración de este campo por parte de la SENER, al amparo de la LEG. De acuerdo con Mexxus-RG el potencial de este campo es superior a los 100 MW.

Un potencial sin explotar

De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía, la proyección mundial de crecimiento para la geotermia es del 27,9% para 2035.

El potencial geotérmico para producción de electricidad en México con recursos de tipo hidrotermal es elevado. Las reservas geotérmicas probadas y probables en los cuatro campos geotérmicos en explotación y en el quinto campo aun no explotado han sido estimadas en unos 430 MW adicionales. De acuerdo con lo establecido en la Ley de Energía Geotérmica (LEG), en su reglamento y particularmente en los artículos transitorios de aquella, es probable que estas reservas probadas y probables sean desarrolladas únicamente por la CFE, aunque puede haber asociación con inversionistas privados en algunos de esos proyectos.

Por su parte, los recursos de tipo hidrotermal, que se clasifican en recursos medidos, indicados e inferidos, suman otros 1.200 MW, tomando en cuenta únicamente recursos de más de 150 °C de temperatura. Estos recursos, contenidos en diversas zonas geotérmicas del país, de las cuales ya se han identificado al menos 20 de ellas, si podrían ser desarrolladas por inversionistas privados bajo el marco de la nueva LEG, sea solos o en asociación público-privada con la CFE.



Central geotérmica Cerro Prieto. Foto cortesía CONACYT
Cerro Prieto geothermal plant. Photo courtesy of CONACYT

Mexxus-RE, comprising the drilling company Mexxus Drilling and the Icelandic company Reykjavik Geothermal. This company has obtained the exploration permit for this field from the SENER, within the scope of the GEL. According to Mexxus-RE, the potential of this field is in excess of 100 MW.

An untapped potential

According to the International Energy Agency, geothermal energy is forecast to enjoy global growth of 27.9% by 2035.

The geothermal potential for electricity production in Mexico from hydrothermal-type resources is high. The proven and probable geothermal reserves in the four geothermal fields currently operational and in the fifth field yet to be developed are estimated to contribute an additional 430 MW. In line with the provisions of the GEL, and in particular pursuant to its provisional articles, it is likely that these proven and probable resources will only be developed by the CFE, even though private investor consortia could be established for some of these projects.

Meanwhile, the hydrothermal-type resources that are classified into measured, indicated or inferred resources, add a further 1,200 MW, solely taking into account resources with temperatures of more than 150°C. These resources, contained in several geothermal regions around the country, of which at least 20 have already been identified, could be developed by private investors within the framework of the new GEL, whether independently or in a public-private consortium with the CFE.

Foto cortesía SENER | Photo courtesy of SENER

