

LA IMPORTANCIA DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN LOS PLANES ENERGETICOS DE MEXICO

Ing. Joaquín Carrión Hernández
Gerente General de Estudios e Ingeniería Preliminar
Comisión Federal de Electricidad, México

Primeramente deseo agradecer a todos ustedes, la gentileza que han tenido para expresar nuestros planes de geotermia en un país como México, carente de muchos recursos, pero con gran espíritu de lucha para su destino. Quisiera hacer hincapié en el esfuerzo que hace Comisión Federal de Electricidad para poder desarrollar en forma útil para nuestro país este recurso que aun cuando es desconocido, creemos y tenemos fe en él.

Quisiera referirme al perfil del sector eléctrico en el año 2000, que será el marco de referencia donde deberá valuarse y conocerse la importancia de la energía geotérmica. Durante 1978 el sector eléctrico nacional tendrá una producción de 50,000 GWh, contando con una capacidad instalada de 13,000 MW. De esta producción un 40% será de origen hidroeléctrico y un 60% termoelectrónico, incluyendo ya 1.2% de energía geotermoelectrónica. Con esta base se proyectaron diferentes escenarios de acuerdo con hipótesis de diferentes tasas de crecimiento del producto nacional bruto, considerando también diferentes índices de crecimiento de la población, tomando en cuenta la nuevas medidas que sobre planeación familiar toma el gobierno de la República, llegándose a obtener predicciones en el consumo de energía eléctrica que van de 365,000 GWh como límite inferior hasta 450,000 GWh anuales como límite superior. Esto quiere decir que las necesidades de energía eléctrica serán 7 u 8 veces mayores que las actuales. Los análisis prevén que estas necesidades se podrán satisfacer si se desarrollan los recursos hidroeléctricos para tener una generación media de ellos del orden de 70,000 GWh anuales. El carbón nos podrá dar 60,000 GWh anuales y el resto podrá producirse con plantas nucleo-eléctricas, de hidrocarburos y el desarrollo que sobre la energía geotermoelectrónica en los próximos 20 años pueda desarrollarse. Esto nos indica que el desarrollo de la geotermoelectricidad es económicamente factible, simplemente por el hecho de evitar consumir hidrocarburos que pueden ser aprovechados de mejor manera por nuestro país. Esta es la razón primordial por la cual nuestro gobierno efectúa un gran esfuerzo económico y de toda clase de servicios para que nosotros, los responsables del mejor uso de esos recursos, logremos el desarrollo óptimo de nuestro potencial geotérmico.

En la República Mexicana existen conocidas hasta la fecha, más de 310 manifestaciones ter-

males. De todas ellas se destacan por su importancia las concentradas en el Eje Neovolcánico Mexicano, en donde están ubicados más de 3000 aparatos volcánicos entre los que se destaca el Parícutín que hizo erupción en 1944. Las zonas geotérmicas más relevantes que existen en México en su orden de prioridad son la de Cerro Prieto, la cual muchos de ustedes conocen y analizan, localizada a sólo 30 km de Mexicali, B.C., en donde desde 1973 se tiene en servicio una planta de 75,000 kW, mediante dos unidades de 37,500 kW cada una, la cual ha operado con éxito hasta la fecha con un factor de planta de más de 90%. El ahorro que para México significa esta planta, que es de cerca de un millón de barriles de combustible al año, ha impulsado a Comisión Federal de Electricidad a continuar con los estudios y exploraciones de la zona, los cuales han dado resultados satisfactorios, apoyando la ampliación de la planta en otros 75,000 kW y 30,000 kW de una unidad de baja presión, como creo que todos ustedes conocen. Pero aun más, la Comisión Federal de Electricidad en sus planes de expansión a 10 años tiene ya planeado y en proceso de diseño, llevar a la zona geotérmica de Cerro Prieto a 400,000 kW.

Actualmente se están efectuando estudios exploratorios que incluyen métodos geoeléctricos, gravimétricos, magnetométricos, sísmica pasiva, gradiente térmico y perforaciones profundas exploratorias. Pero estamos ampliando nuestro proyecto, están incluídas las zonas de Michoacán de Ocampo, Tule Check y Panga de Abajo. Los resultados de los estudios hasta la fecha nos hacen optimistas. Sus perspectivas son favorables para una mayor ampliación de la capacidad en el futuro de esta zona geotérmica. En la zona del Eje Volcánico, localizada entre los Paralelos 18° y 22°, a lo largo de él aparecen numerosos aparatos volcánicos y zonas geotérmicas, y estudiamos por conducto del Departamento de Geotermia, las zonas que indicaré a continuación:

Los Azufres, Michoacán. Esta zona se encuentra ubicada al SE del Lago de Cuitzeo, la cual está cortada por numerosas fallas geológicas de dirección Este-Oeste, a lo largo de las cuales aparecen numerosas zonas de manifestaciones termales. Las rocas que afloran son de tipo ácido, riolitas y andecitas principalmente, y de edad muy reciente. El área de estudio tiene una superficie de aproximadamente 400 km², en la cual han sido localizadas 22 áreas termales muy importantes, con

temperaturas a 10 cm de profundidad del orden de 90°C. Se han hecho estudios geológicos detallados de vulcanismo, geoquímica y geofísicos que sirvieron para localizar 3 pozos; el pozo Azufres No. 1, con profundidad de 2173 m perforados totalmente en rocas volcánicas, tiene una producción de 30 ton/hr de mezcla, de la cual el 63% es vapor y 37% es agua. La tubería de producción es de solamente 5 pulgadas de diámetro exterior. El pozo Azufres No. 2 con una profundidad de 1130 m corta también rocas volcánicas, produce ya 300 a 400 ton/hr de las cuales el 60% es agua y el 40% es vapor. Las primeras estimaciones nos dicen que como mínimo podremos generar 8,000 kW con este pozo. El pozo Azufres No. 3 con una profundidad de 2450 m se perforó también en rocas volcánicas y actualmente está en desarrollo. Sus condiciones de producción se están tratando de mejorar mediante hidrofracturamiento, pues se estima que tiene ciertos daños el pozo. Los datos de producción actuales son de 66 ton/hr de mezcla, de la cual el 67% es agua y el 33% es vapor. En base a los buenos resultados obtenidos en el pozo No. 2, localizado en el área de Tejamaniles, han sido localizados un promedio de 30 pozos de desarrollo, que servirán para intentar desarrollar esta primera área dentro de la zona de Los Azufres, Michoacán. También se está perforando el pozo No. 10 que tiene la finalidad de inyectar el agua separada del pozo No. 2. Esta agua tiene en su contenido químico un total de 5800 partes por millón de salinidad y 178 partes por millón de boro. Con el fin de evitar daños económicos en la zona, que es totalmente agrícola, dichas aguas serán reinyectadas. En la zona de Tejamaniles se ha pensado en un primer módulo de 50 a 100,000 kW, el cual finalmente estará sujeto a los resultados que se obtengan en los pozos que se han planeado perforar. En esta zona se explora actualmente con dos equipos y próximamente tendremos el tercero para poder en un plazo de no más de 2 años tener la factibilidad económica del desarrollo. La importancia de esta zona geotérmica es relevante, ya que está localizada a poco más de 100 km de la ciudad de México y en las cercanías de poblaciones como Acambaro, y Morelia, Michoacán. Se espera que en base a lo conocido en Los Azufres, se pueda localizar en lo futuro más módulos similares al de Tejamaniles y en ese sentido están encaminadas las exploraciones con el fin de cuantificar el potencial de esa zona.

La Primavera, Jalisco; ubicada en las inmediaciones de la ciudad de Guadalajara, segunda ciudad de importancia en México, se está realizando un estudio en un área de 7,000 km² que será concluido a finales de este año y que hasta la fecha arroja resultados muy optimistas. Estos trabajos servirán para ubicar una serie de pozos profundos que aportarán información concreta en cuanto al potencial de esta zona.

La zona de Ixtlán de los Hervores y Los Negritos en Michoacán. Su estudio también cubre un área de aproximadamente 550 km², se han hecho estudios de vulcanismo, geoquímica, magnetometría y geofísica. Se están concluyendo los informes

de esta zona que incluirá la localización de dos exploraciones profundas que seguramente serán hechas en el año de 1979 y que servirán para cuantificar el potencial geotérmico de esta zona. Esta área de Ixtlán tiene la característica de que en una exploración realizada hace más de 20 años, se perforaron 2 pozos, uno de los cuales fluye desde esa época, con agua termal a 80°C y un gasto de 100 lts/min.

La zona del Lago de Cuitzeo, Michoacán. Esta zona de estudio abarca un área aproximada de 5000 km² e incluye el estudio de diversas zonas geotérmicas localizadas en la periferia del Lago de Cuitzeo. Los sitios termales más importantes son San Sebastián, Las Arenas, Guandacareo, San Agustín del Maíz, San Juan Tararamero, La Mina, Queréndaro, Huíngo y Araro. De todas ellas, esta última ha sido estudiada geofísicamente. Se tiene programado en fecha próxima la localización de dos perforaciones exploratorias que también se estima empezarán a mediados de 1979.

Los Humeros, Puebla. Esta zona está localizada en la Zona Oriental de México, abarcando el área de estudios una superficie de 5000 km². Se están iniciando estudios del tipo geológico regional, vulcanismo, geoquímica y geofísica. Esperamos en corto plazo tener resultados de estos estudios.

Como ustedes ven, la tarea por realizar es muy grande, pues tenemos estimados en la República Mexicana, con geotermómetros de sílice, sodio y potasio, considerando principalmente las manifestaciones termales existentes en Baja California, en el Valle de México, en el Estado de Jalisco y en el Estado de Michoacán, un potencial mínimo por desarrollar para el año 2000 de aproximadamente 4000 MW que deberán tener una generación de aproximadamente 30,000 GWh anuales -- ésta es nuestra tarea en los próximos años.

Por último, deseo hacer notar que en virtud de la relevante importancia que significa el desarrollo de la geotérmica para fines de generación de energía eléctrica, es el deseo de la Comisión Federal de Electricidad que este Primer Simposio sobre el Campo Geotérmico de Cerro Prieto, signifique un apoyo más para que las diferentes tecnologías aplicables a la geotermia, continúen desenvolviéndose con objeto de lograr en el menor tiempo posible, el aprovechamiento óptimo de este recurso natural, lo que seguramente redundará en un amplio beneficio para los países que disponemos de él, y seguramente servirá para los países que potencialmente lo tengan, al diversificar el consumo de energéticos primarios que alivie en parte la carga que hasta el momento gravita principalmente sobre los combustibles derivados del petróleo.

Espero que esto les sirva a ustedes como una pequeña reseña de lo que un país como México puede hacer con sus recursos naturales. Muchas gracias.

Banquet Address

THE IMPORTANCE OF GEOTHERMAL ENERGY IN MEXICO'S ENERGY PLANS

I would first like to thank all of you for your kindness in asking me to review the plans on geothermal energy in Mexico, a country which lacks many resources, but has great fighting spirit and faith in its destiny. I would like to underline the efforts made by the Comisión Federal de Electricidad (CFE) to develop and take advantage of this little-known resource, which we nevertheless believe in.

I will discuss electrical needs for the year 2000 to evaluate the importance of geothermal energy. During 1978, our national electrical output will total 50,000 GWh, with an installed capacity of 13,000 MW, of which 40% will be hydroelectric and 60% will be thermoelectric, including 1.2% geothermoelectric energy. On this basis, several alternatives were proposed according to different projected rates of growth and taking into account the new family planning measures taken by the government. Forecasts for electrical energy consumption range from 365,000 to 450,000 GWh/yr. That means that by 2000, the demand for electrical energy will be seven or eight times greater than our present needs. Analyses reveal that these needs will be met if we develop the hydroelectrical resources to generate an average of about 70,000 GWh/yr. We can get 60,000 GWh/yr from coal and the rest can be produced from nuclear, hydrocarbon, and geothermal plants that can be developed during the next 20 years. This indicates that the development of geothermal power is economically feasible if only to avoid using hydrocarbons, which can be put to better use by our country. That is why our government is undertaking a major economic effort in all sectors--so that we, who are responsible for the better use of these resources, can achieve the optimal development of our geothermal potential. I would now like to present a brief review of the geothermal outlook.

In Mexico, over 310 thermal manifestations are known to date. The most important are those concentrated on the Mexican Neovolcanic Axis, where there are more than 3000 volcanoes. Among these, the Parícutín, which erupted in 1944, stands out. The most relevant geothermal areas in Mexico are the following, in order of priority.

Cerro Prieto. Situated only 30 km from Mexicali, B.C., 75,000 kW have been installed at Cerro Prieto with two 37,500-kW units since 1973. The power plant has operated with great success with a plant efficiency factor of over 90%. This plant saves one million barrels of fuel oil annually and has encouraged CFE to continue studies and exploration efforts in this area. The results have been most satisfactory, justifying an expansion of the plant by an additional 75,000 kW, and 30,000 kW for a low-pressure unit. What is more, CFE in its 10-year expansion program has already planned to expand the Cerro Prieto produc-

tion to 400,000 kW. At present, explorations are being carried out that include geoelectric, gravimetric, magnetometric, passive seismic and thermal gradient studies, and deep exploratory drillings. The project is also being expanded to include the areas of Michoacán de Ocampo, Tule Check, and Panga de Abajo. We are optimistic with the preliminary results of these tests, and the prospects are very favorable for a greater expansion of the capacity of this geothermal area in the future.

In the area of the volcanic axis, which lies between parallels N 18° and 22°, many volcanoes and geothermal regions are present. Through the Geothermal Department, we studied the following zones:

Los Azufres, Michoacán. This area lies southeast of Lago de Cuitzeo, and is intersected by many geological faults striking east-west. The outcropping rocks are of the acid type, mainly very recent rhyolites and andesites. The area under study has a surface of approximately 400 km², where 22 important thermal areas with temperatures of 90°C at a depth of 10 m have been located. Detailed geological, volcanologic, geochemical and geophysical studies have been performed to locate three wells. The well Azufres No. 1, with a depth of 2173 m, drilled totally in volcanic rocks, has a production of 30 ton/hr of a fluid mixture, 63% of which is steam and 37% of which is water. The outer diameter of the production casing is only 5 inches. The well Azufres No. 2, with a depth of 1130 m, also drilled through volcanic rock, is already producing 300 to 400 ton/hr, of which 60% is water and 40% is steam. According to the first evaluations it is predicted that this well will generate a minimum of 8,000 kW. The well Azufres No. 3, with a depth of 2450 m, was also drilled in volcanic rock; it is presently being developed. Its production characteristics may be improved by hydrofracturing, since it is believed that the well has been damaged. The present production is 66 ton/hr of fluid mixture, 67% of which is water and 33% steam.

Based on the favorable results obtained in well No. 2, which is situated in the area of Tejamaniles, about 30 development wells have been located, which will be used to develop this first zone in Los Azufres, Michoacán. Well No. 10 is being drilled in order to inject the separated water from well No. 2. This water has 5800 ppm salinity and 178 ppm boron. This water will be reinjected in order to avoid any economic damage in this totally agricultural region. A first power plant of 50 to 100,000 kW has been considered for Tejamaniles. This will depend on the results obtained from the wells to be drilled. At this time, two drilling rigs are being used in this area, and very soon a third one will be employed

so that the economic feasibility of the development will be known within two years. This is an important geothermal field since it is located only about 100 km from Mexico City, and very close to the towns of Acambaro and Morelia, Michoacán. Based on the experiences gained at Los Azufres, it is hoped that in the future similar modules may be located. The exploration efforts are being focused in this direction in order to quantify the potential of this area.

La Primavera, Jalisco. This area is located near the city of Guadalajara, the second largest in Mexico. A study has been undertaken covering an area of 7000 km², which will be concluded by the end of this year. The preliminary results are very optimistic. This project will enable us to locate a series of deep wells, which will give concrete information with regard to the area's potential.

Ixtlán de Los Hervores and Los Negritos, Michoacán. Studies covering an area of approximately 550 km² have been carried out, including volcanologic, geochemical, magnetometric, and geophysical work. Reports about this area are being finalized; they will include the location of two deep exploration wells that may be drilled in 1979, which will help quantify the geothermal potential of the area. In Ixtlán, two wells were drilled over 20 years ago. One of them has been flowing ever since, producing 100 l/min of 80°C water.

Lago de Cuitzeo, Michoacán. The area under study covers approximately 5000 km², and includes different geothermal zones situated in the periphery of Lago de Cuitzeo. The most important thermal sites are: San Sebastián, Las Arenas, Guandacareo,

San Agustín del Maíz, San Juan Tararamero, La Mina, Queréndaro, Huingo and Araró. At the last area, geophysical studies have been made, and two exploratory wells are scheduled to be drilled in mid-1979.

Los Humeros, Puebla. This site lies in the eastern part of Mexico. The area under exploration covers 5000 km². Regional geological, volcanological, geochemical and geophysical studies are being conducted. Results of these surveys are expected very shortly.

As you can see the task before us is large. Based on silica, sodium and potassium geothermometers, and considering the thermal manifestations in Baja California, the Valley of Mexico and the states of Jalisco and Michoacán, it is estimated that there is a minimum potential of 4,000 MW to be developed by the year 2000, which should generate about 30,000 GWh/yr. This is the task before us for the coming years.

Last, I would like to say that, due to the importance of developing geothermal energy for the generation of electrical power, it is the desire of the Comisión Federal de Electricidad that this First Symposium on the Cerro Prieto Geothermal Field represent an additional support. We hope scientists from different disciplines can continue their work in order to achieve, in the shortest possible time, the optimal use of this natural resource. This will undoubtedly bring about great benefits for the countries blessed with these resources by reducing the enormous burden presently placed on oil-based fuels. I hope this will give you a general idea of what a country like Mexico can do with its natural resources.