



REUNION DE UN GRUPO ASESOR CELEBRADA EN PISA
DEL 8 AL 12 DE SEPTIEMBRE DE 1975

Un grupo de expertos compuesto por 31 científicos de 8 países examinó el tema
"Empleo de técnicas nucleares en estudios geotérmicos"

La energía geotérmica

El vapor de origen geotérmico, que con frecuencia alcanza temperaturas de 250° a 300° C, siempre ha sido y es, particularmente hoy día, una de las fuentes de energía más económicas. Dicho vapor se extrae de pozos que en la mayoría de los casos alcanzan profundidades de 500 a 1500 m y se conduce directamente a las turbinas para obtener la electricidad. Sin embargo, por diversos motivos, el desarrollo y la explotación de la energía geotérmica se encuentran actualmente limitados a unas pocas zonas de la Tierra, donde se conoce desde hace mucho tiempo la existencia de fluidos a elevadas temperaturas, y profundidades relativamente escasas, a causa de los fenómenos térmicos observados en la superficie.

En la actualidad, los principales productores de energía eléctrica a partir de fuentes geotérmicas son Italia, Nueva Zelandia y los Estados Unidos de América. Funcionan centrales eléctricas menos importantes en El Salvador, Islandia, Japón, México y la URSS. En Islandia y Hungría la energía geotérmica se utiliza principalmente para la calefacción de edificios e invernaderos. Se están realizando intensas investigaciones para descubrir nuevos campos geotérmicos. Se han obtenido resultados prometedores en muchos países como Chile, Filipinas, Francia (Guadalupe), Indonesia, Kenia, Turquía, etc. Las investigaciones se han realizado en muchos casos con la ayuda financiera del PNUD.

En los Estados Unidos se están realizando estudios y experimentos a fin de crear campos geotérmicos artificiales extrayendo el calor de rocas secas y calientes, fracturadas artificialmente, mediante inyecciones de agua.

En el campo de los estudios geotérmicos, entre los métodos más importantes figuran los geoquímicos que incluyen el uso de los isótopos ambientales. Por este motivo el OIEA organizó una reunión del Grupo asesor sobre el empleo de técnicas nucleares en estudios geotérmicos, en cooperación con el Instituto Internazionale per le Ricerche Geotermiche, del Consiglio Nazionale delle Ricerche italiano, que se celebró en Pisa del 8 al 12 de septiembre. El objeto de la reunión fue hacer un examen crítico de los datos existentes, exponer nuevos métodos e ideas e indicar las tendencias de las futuras investigaciones.

Asistieron a esta reunión hombres de ciencia de Estados Unidos, Francia, Islandia, Israel, Italia, Japón, Nueva Zelandia y República Federal de Alemania, y se eligió presidente al Dr. A.J. Ellis (Nueva Zelandia). Se dedicó un día a una excursión a Larderello, que se encuentra a unos 100 km al sudeste de Pisa, a fin de visitar el campo geotérmico más importante de Italia y uno de los mayores del mundo, así como el primero que fue puesto en explotación para obtener energía eléctrica (1904).

Las comunicaciones presentadas trataron de los gases nobles presentes en los fluidos geotérmicos, la determinación de la temperatura en profundidad por métodos geoquímicos e isotópicos, y estudio sobre el terreno empleando técnicas isotópicas de los sistemas geotérmicos de Estados Unidos, Francia, Grecia, Islandia, Italia, Japón, Nueva Zelandia y Territorio Francés de los Afares y los Issas.

GASES NOBLES

Se explicó que el contenido de gases nobles y la composición isotópica dependen de las características geológicas y geoquímicas de los sistemas geotérmicos. Puede utilizarse el radón para investigar las características temporales de los depósitos de los campos geotérmicos ya explotados, así como las de los sistemas geotérmicos estimulados artificialmente.

La composición isotópica del helio es un instrumento relativamente nuevo en la geoquímica isotópica de los sistemas geotérmicos. Los primeros resultados indican un enriquecimiento en ^3He de los fluidos geotérmicos y los gases volcánicos, enriquecimiento que es aproximadamente de un orden de magnitud con respecto a la razón isotópica del helio atmosférico. Lo cual indica una afluencia de helio primordial.

El radón y el helio presentes en las aguas subterráneas sirven también de instrumentos para predecir los terremotos; esto se descubrió accidentalmente en el terremoto ocurrido en 1966 en Tashkent (URSS). En los Estados Unidos se ha emprendido un programa para vigilar el radón y el helio en las aguas subterráneas de un tramo de la falla de San Andrés (California) zona de gran actividad sísmica y geotérmica.

GEOQUIMICA

Los análisis químicos e isotópicos de los elementos fluidos geotérmicos pueden permitir una evaluación de la temperatura en profundidad. Los principios básicos son: 1) que existía equilibrio químico e isotópico entre los elementos de una determinada reacción dependiente de la temperatura en las condiciones del depósito geotérmico en profundidad; 2) que el restablecimiento del equilibrio no ocurre después de salir del depósito los elementos de la reacción hasta el momento de efectuar el muestreo. La mezcla de fluidos de características distintas y la mezcla de los mismos con aguas subterráneas poco profundas puede complicar la evaluación de la temperatura. Sin embargo, utilizando más de un geotermómetro, tal vez sea posible juzgar la mezcla y por consiguiente idear modelos correctos de los sistemas geotérmicos.

Los principales geotermómetros químicos comúnmente empleados son los basados en la solubilidad del cuarzo y en las razones NA-K-Ca. Los principales geotermómetros isotópicos son los basados en el equilibrio isotópico en los sistemas $\text{CH}_4 - \text{H}_2$, $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2$, $\text{CO}_2 - \text{CH}_4$, $\text{SO}_4^{=} - \text{H}_2\text{O}$, $\text{SO}_4^{=} - \text{H}_2\text{S}$.

ESTUDIOS SOBRE EL TERRENO

Se han empleado técnicas isotópicas en estudios detallados realizados en los principales campos geotérmicos del mundo, y en estudios de reconocimiento de posibles zonas geotérmicas.

Las técnicas isotópicas suelen ser un medio excepcional para obtener ciertas informaciones sobre los campos geotérmicos, tales como el origen de los elementos fluidos geotérmicos (por ejemplo, hace 20 años se creía que el agua magmática constituía el componente principal del fluido geotérmico, pero los isótopos han demostrado el origen meteórico del agua geotérmica), las características del flujo procedente de la zona de recarga, la mezcla e interacción con otros fluidos, la temperatura en profundidad etc. Si las mediciones isotópicas se repiten en momentos distintos, se obtiene información sobre los cambios ocurridos en el campo geotérmico como consecuencia de la explotación, lo cual puede tener consecuencias importantes para la gestión del campo.

Se convino en la reunión que era necesario mejorar el intercambio de información así como la cooperación y coordinación entre los diversos institutos y laboratorios que trabajan en esta esfera.

Las futuras investigaciones debieran hacerse de un modo más sistemático, según la conclusión de los delegados. Convendría desarrollar tres actividades principales:

- 1) *Exploración — estudios de reconocimiento sistemático utilizando todos los métodos isotópicos y geoquímicos disponibles en zonas donde se hayan localizado posibles campos geotérmicos;*
- 2) *Vigilancia — mediciones isotópicas y geoquímicas a intervalos regulares en los campos geotérmicos ya conocidos;*
- 3) *Investigación de laboratorio — determinación experimental y acopio de datos básicos, por ejemplo, determinación de los factores de fraccionamiento isotópico y del intercambio cinético en los compuestos, en las condiciones generalmente existentes en los campos geotérmicos.*



REUNION DE UN GRUPO ASESOR CELEBRADA EN VIENA DEL
8 AL 12 DE SEPTIEMBRE DE 1975

Tuvo por tema "La vigilancia de efluentes radiactivos gaseosos y líquidos en las instalaciones nucleares", y asistieron 20 participantes de 12 países y dos organizaciones internacionales.

Contaminantes radiactivos líquidos y arrastrados por el aire

El Organismo Internacional de Energía Atómica, junto con otros órganos nacionales e internacionales, ha venido dedicando gran atención en los últimos años al logro de un acuerdo sobre los procedimientos para fijar límites a las cantidades de materiales radiactivos que pueden ser vertidas en el medio ambiente en el curso de la explotación de las instalaciones nucleares.

Al establecer los límites de las emisiones reales para una determinada instalación, comúnmente denominados límites autorizados de descarga, hay que velar por la observancia de las dosis límite prescritas para los grupos críticos de la población, por que las dosis recibidas