

Medio ambiente, geotermia y toma de conciencia

Sergio Mercado¹, Víctor M. Arellano² y Rosa María Barragán²

Instituto de Investigaciones Eléctricas, División de Energías Alternas

¹Gerencia de Calidad, Ambiente y Seguridad, ²Gerencia de Geotermia

Reforma 113, Col. Palmira, 62490, Cuernavaca, Mor., smercado@iie.org.mx

Resumen

La demanda de energía en el mundo es cada vez mayor a medida que la población aumenta y la sociedad busca mejores niveles de vida. El uso de la energía continúa creciendo en todo el mundo y se espera que su consumo se incremente sustancialmente en las próximas décadas. Actualmente a nivel mundial se consumen cada año más de 60 mil millones de barriles de petróleo equivalente (BPE) para atender las demandas energéticas, principalmente para la generación de energía eléctrica. Esta energía es la que proporciona una gran versatilidad en cuanto a su uso, pero su proceso de generación a partir de combustibles fósiles es poco eficiente y conlleva impactos negativos al medio ambiente. Además, las reservas de combustibles fósiles son finitas: cuanto más se utilicen más rápido se agotarán. En este contexto, la energía geotérmica es una energía renovable, limpia, tanto para generar electricidad como para otros usos, llamados directos. En México su uso comercial es un éxito, teniendo una capacidad instalada de 953 MWe, y es bien conocido que abundan los recursos geotérmicos de moderada y baja temperatura. Como ésta, se tienen otras fuentes de energía renovables y que no causan impacto ambiental, como la solar y la eólica, pero no se ha tomado conciencia plena de que debemos aprovecharlas al máximo para apoyar así un desarrollo sustentable.

Palabras clave: Geotermia mundial, geotermia en México, medio ambiente, cambio climático, energías renovables.

Environment, geothermics and consciousness

Abstract

Increasing energy demands in the world are mainly due to both, the natural population growth and the searching of better lifestyle and comfort for people. Thus it is expected that a substantial increase in the use of energy will occur for next decades, worldwide. Currently, about 60 billions of barrels oil equivalent (BOE) are spent to meet the energy demand, being most of them used for electricity generation in the world. Electrical energy provides great versatility in terms of usage but its generation from fuel oils not only has a poor efficiency but also has negative impacts to the environment. Furthermore, oil reserves are finite, so as more used they are the sooner they will be finished. In this frame, geothermal energy is a renewable and clean source to be utilized for both, to generate electricity and also for direct uses. In Mexico the commercial exploitation of geothermal energy is successful having an installed capacity of 953 MWe and it is well known that low and medium temperature geothermal resources are vast along the country. As geothermal energy, there are other benign, renewable and environmentally friendly energy sources, as are the solar and wind, but it seems that people should be more convinced of making a good use of them to a maximum level in order to meet a sustainable development.

Keywords: Geothermal energy worldwide, geothermal energy in Mexico, environment, climatic changes, renewable energy.

Introducción

La combinación de crecimiento demográfico y desarrollo económico, que incluye la industrialización en el mundo entero, significa que el consumo mundial de energía continuará aumentando. Debido a estas tendencias cada día se hace un uso mas intensivo de la energía fósil para producir energía eléctrica y combustibles para el transporte. Se tiene así en el escenario a corto, mediano y largo plazo, un uso irracional de petróleo, gas natural y carbón, que pueden satisfacer respectivamente la demanda de los próximos 40, 60 y 230 años.

A manera de ejemplo, en las dos próximas décadas la India proyecta triplicar, y China duplicar, la utilización de carbón para consumo de electricidad, seguidos por varios países más. Esto significa que la contaminación del medio ambiente seguirá en aumento en todos los países del mundo, incluida la emisión de gases de efecto invernadero. En este rubro, los estudios sobre los gases de efecto invernadero (GEI), que es una de las mayores preocupaciones actuales y un indicador de contaminación global, no muestran una estabilización de las emisiones en los próximos 40 años, aún con medidas estrictas de reducción.

Se quiera o no debemos abocarnos al uso intensivo de energías renovables, y esto sólo ocurrirá si los convencidos logramos que se tome conciencia plena de que si no se hace continuaremos con la destrucción acelerada de nuestro planeta. Afortunadamente cada día se aprovechan en mayor número de países las mencionadas energías renovables, lo cual se hizo patente, por ejemplo, en el pasado World Geothermal Congress 2005, en el que se contó con la participación de 71 países, que expusieron datos sobre el uso de estas energías.

El medio ambiente

La normativa ISO 14000 lo define como “entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interacciones”.

Para lo que vamos a tratar, una organización puede ser desde una familia hasta la más grande empresa o institución. Todos, incluso como individuos, tenemos nuestro entorno, todos estamos involucrados en la protección o afectación al medio ambiente, la humanidad entera que crece también en forma alarmante (Fig. 1), lo hace necesariamente para subsistir, para su desarrollo o para mejorar su calidad de vida.

Nos transportamos en vehículos contaminantes, dependemos de la electricidad y utilizamos o consumimos agua, alimentos, materiales, artículos o equipos que directa o indirectamente son grandes demandantes de energía, la cual proviene principalmente de los combustibles fósiles.

Las Naciones Unidas han señalado en diversos foros que el desmedido crecimiento poblacional influye significativamente en el medio ambiente y es uno de los factores más importantes a considerar para el desarrollo sustentable (UN-DESA, 2001).

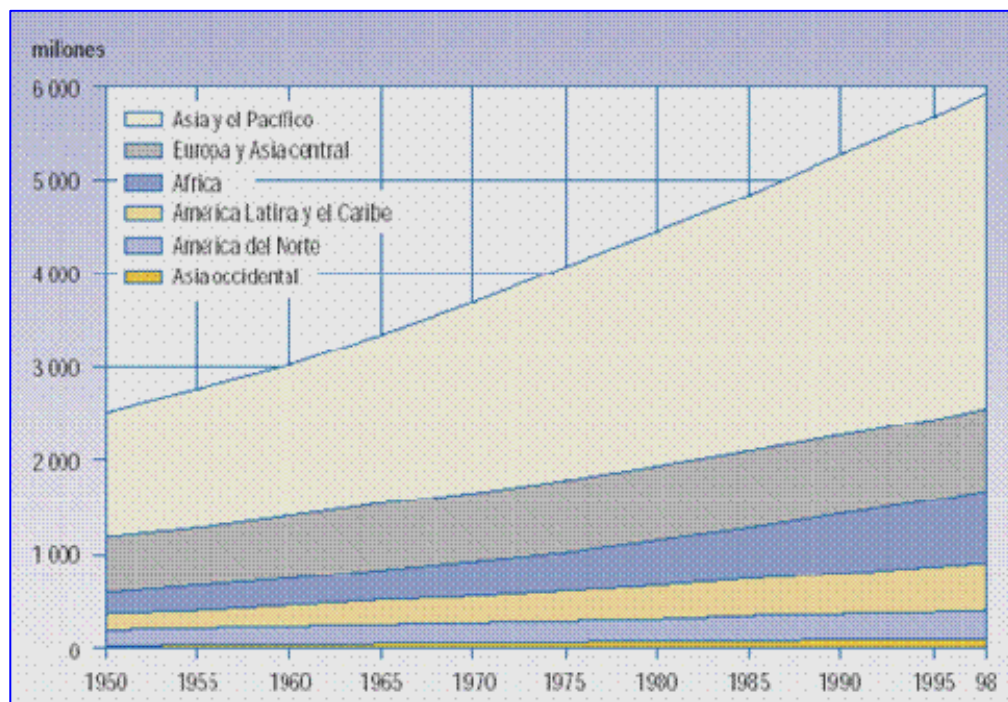


Fig. 1. Crecimiento

 de la población

 mundial (PNUMA,

 2000)

Se tiene así que aunado al aumento de la población, cada día se incrementa el uso de los combustibles fósiles, principalmente para el transporte y la generación de electricidad. En la Tabla 1 se puede apreciar este incremento en el consumo, que en menos de un cuarto de siglo, de 1980 a 2003, fue de un 23%, estimándose que de 2003 a 2025 el consumo aumentará en más de un 50%.

	1980	2001	2002	2003	2025
Petróleo	23.0	26.8	26.5	27.4	--
Gas Natural	9.4	16.2	16.5	17.0	--
Carbón	12.3	16.7	16.7	17.2	--
Total	49.7	59.7	59.7	61.6	88.5*

* Estimado

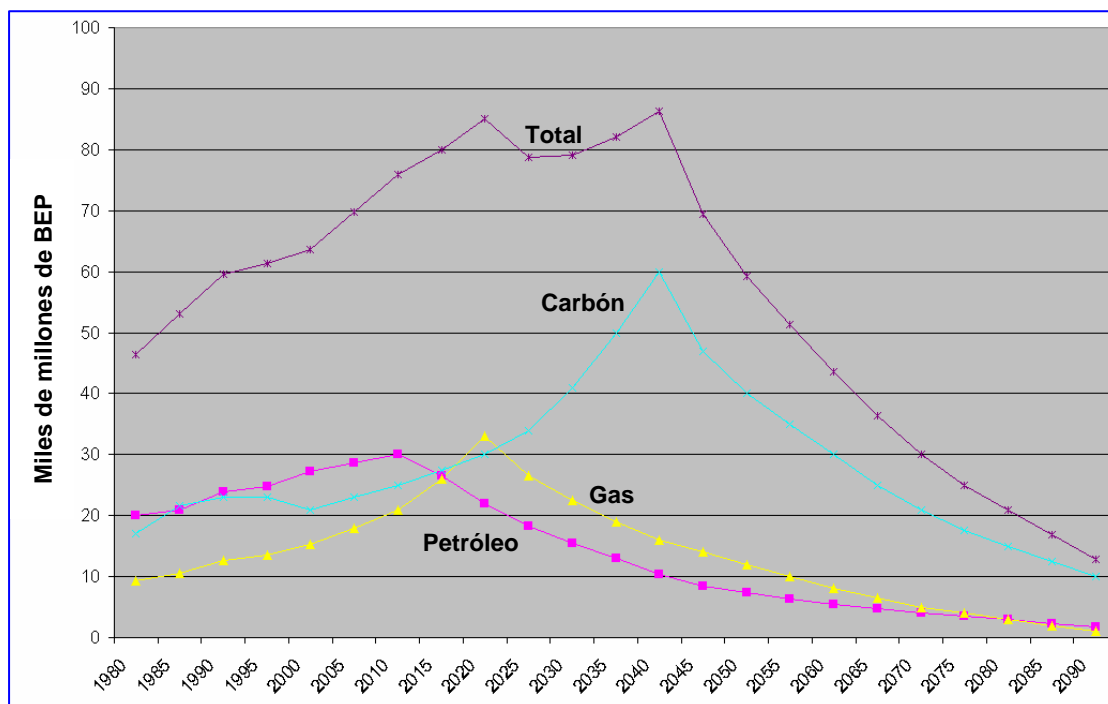
Tabla 1. Consumo mundial de combustibles fósiles por año (miles de millones de barriles de petróleo

 equivalente) (EIA, 2006)

Esto ocurrió en las últimas dos décadas del siglo pasado y sigue ocurriendo en los primeros años del presente siglo, que es cuando se supone que ya se tiene conocimiento pleno del deterioro ambiental que se está ocasionando a los ecosistemas por el uso irracional y cada vez más intensivo de los combustibles fósiles. Además, existe el compromiso de los países desarrollados de disminuir su consumo (PK). Sin embargo, como se ve en la Tabla 1, la tendencia mundial es a aumentar más del 50% en tan sólo cuatro lustros. Actualmente, el consumo de combustibles fósiles provoca la emisión de CO₂ a la atmósfera en 25 mil millones de toneladas por año, además de otros contaminantes.

Como se aprecia en la Figura 2, el consumo mundial de combustibles fósiles empezará a declinar significativamente sólo hasta el año 2040, en el escenario planteado por *The Energy Review* (2004). Esperemos que no sea demasiado tarde y que no hayamos deteriorado el medio ambiente en forma irreversible.

Fig. 2.
 Producción
 anual de
 combustibles
 fósiles (The
 Energy
 Review,
 2004)



Sin embargo, actualmente se está afectando de manera intensa el medio ambiente y como toda causa-efecto, la pérdida de biodiversidad ya es alarmante.

Además del uso desmedido de los combustibles fósiles, las pérdidas de biodiversidad están ocurriendo también por otras causas, propias de las actividades humanas, de manera significativa desde hace tres siglos y muy acentuadamente en las últimas décadas. Entre las causas principales están el cambio de ecosistemas naturales por zonas agrícolas y la contaminación del agua, el suelo y el aire por desechos municipales y desechos industriales.

Sobre el aspecto agrícola, en el año 1700 se tenían unos cuatro millones de km^2 dedicados a la agricultura, pero para 1990 la superficie había aumentado a 18 millones de km^2 . En el mismo lapso, la superficie de pastizales para cría de ganado se incrementó de 5 a 31 millones de km^2 , principalmente a expensas de los bosques (FHO, 2004). Si se recuerda que la superficie terrestre es de 511 millones de km^2 , se podrá ver que para 1990 casi el 10% de esa superficie se ocupaba para agricultura y cría de ganado. Adicionalmente, se consumían para esas actividades 1400 km^3 de agua dulce, lo que representaba el 78% del consumo total de agua (IFPRI, 2002). Considérese, además, que operaban en el mundo unos 70 millones de tractores y se esparcían cientos de millones de toneladas de fertilizantes y pesticidas, que operan o se producen con energía fósil.

Se estima que la degradación de suelos actual es de 1200 millones de hectáreas de tierras en el mundo, que antes fueron productivas. Entre las causas de esa degradación están la deforestación y el pastoreo

excesivo, que contribuyen con un tercio cada una, mientras que la mayor parte del resto se debe principalmente a la mala gestión de las tierras de labranza (FAO, 2000).

Sabemos de desastres industriales que han contaminado el ambiente y causado miles de muertes y afectado a millones de personas, ciudades, mares, animales, bosques y tierras de cultivo. Pero también hay actividades industriales cotidianas que con el pretexto del desarrollo acumulan una contaminación excesiva. Un ejemplo de esto es lo ocurrido en la ciudad industrial de Copsa, Rumania, en donde dos fundidoras estuvieron enviando a la atmósfera 67 mil toneladas anuales de SO₂, 500 de plomo, 400 de zinc y 4 de cadmio, durante varias décadas. El resultado es que afectaron 181 mil hectáreas de la ciudad, 150 mil de tipo agrícola y 31 mil de bosques. Ambas industrias fueron cerradas en 1993, pero se estima que sus efectos devastadores durarán hasta después del año 2020 (UNDP, 2002).

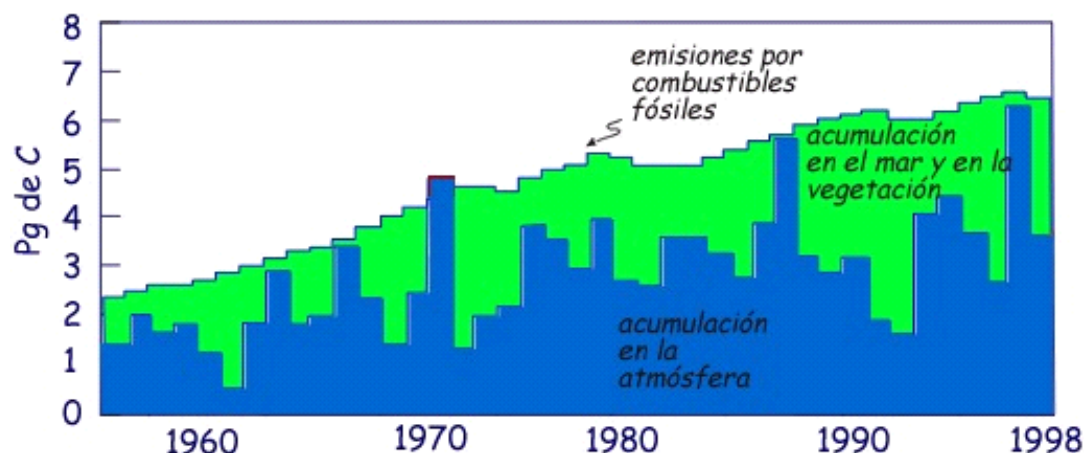
Entre los principales impactos al ambiente y a la biodiversidad están los siguientes:

- Destrucción de ecosistemas. El calentamiento global ha cambiado apliamente el clima en diversas regiones y afectado a un gran número de países, provocando sequías e inundaciones cada vez más graves, de elevado costo económico y social. En comunicación reciente, el presidente del WWI, Christopher Flavin, mencionó: *“En 12 mil desastres registrados relacionados con el clima hasta 1980, ocurrieron 618 200 muertes y pérdidas económicas totales de 1.3 mil millones de USD. En la década de 1980, el promedio anual de pérdidas económicas fue de 26 mil millones de USD. En el 2004 la cifra fue de 104 mil millones, y en el 2005, tan sólo por el huracán Katrina se reportaron 1123 muertes y se estiman pérdidas de hasta 200 mil millones de USD”* (WWI, 2005).
- Falta de alimento para muchas familias pobres de países en desarrollo que se alimentan en un 50% de plantas y animales silvestres y que suman miles de millones de personas.
- Falta de plantas silvestres para fabricar medicamentos, poniendo en riesgo la salud de la humanidad. El 50% de 150 medicamentos clave se extraen de plantas silvestres.
- Disminución de cardúmenes marinos. El 16% de la alimentación de la humanidad proviene de la pesca en mar abierto.
- Falta de plantas para consumo como energía. El 15 % de la energía consumida a nivel mundial se deriva de la quema de materiales derivados de las plantas. En algunos países no desarrollados significa hasta el 90% de la energía consumida.
- Disminución del rendimiento por hectárea cultivada debido a la lluvia ácida.
- Más del 50% de los bosques perdidos a nivel mundial.
- Pérdida de biodiversidad anual estimada en 25 mil especies.

Lo que actualmente es más significativo, llama mucho la atención y causa muchas polémicas es la elevada emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (Fig. 3), siendo el principal de estos el CO₂ del cual se emiten del orden de 25 mil millones de toneladas por año. Esto debe considerarse como un indicador, porque ciertamente los GEI provocan elevada contaminación atmosférica, pero hay otros

procesos en la cadena de explotación de los combustibles fósiles que son tanto o mas graves, y que afectan intensamente el medio ambiente.

En la Figura 3 se observa un continuo aumento en la emisión de CO₂, una parte del cual (la mitad aproximadamente) se acumula en la atmósfera (área azul) e incrementa el efecto invernadero, y otra parte es absorbida por fotosíntesis por el plancton oceánico y la vegetación terrestre (área verde), aumentando así la biomasa terrestre.



*Figura 3.
Emisión global
de CO₂ anual
debido a
combustibles
fósiles en
petagramos de
carbono (un Pg
equivale a 3.6
mil millones de
toneladas.
Rivera, 1999.)*

En México, cálculos económicos del INEGI estiman que la pérdida de capital natural debido a daños al ambiente equivale cada año a 10.6% del PIB (1800 millones de dólares en pérdidas). Entre las causas de esa pérdida sobresalen, en el caso del agua, que el 78% de las aguas residuales municipales y el 85% de las industriales se vierten a los cuerpos de agua sin recibir tratamiento alguno; que las redes municipales de agua potable pierden hasta el 50% por fugas en la red de distribución y que 55% del agua de riego agrícola se pierde por evaporación e infiltración. Todo ello ha conducido a que el 15 % de los acuíferos se encuentren sobreexplotados, mientras que 12 millones de mexicanos aún carecen de agua potable y 24 millones no tienen alcantarillado.

Además del desperdicio, otra causa de la escasez de agua en México es la pérdida de bosques, la cual altera el ciclo de lluvias y su infiltración para la recarga de los mantos freáticos. Cada año se deforestan alrededor de 600 mil hectáreas, además de que el 40% de los bosques y selvas están en malas condiciones de conservación o presentan plagas. La tala ilegal y el saqueo de flora y fauna silvestre alcanzan proporciones críticas en 382 áreas (SEMARNAT, 2005).

La energía geotérmica

Esta energía existe en la mayor parte de los países de la tierra. Es una energía renovable, noble, limpia y fácil de explotar. Actualmente su uso más importante es para generar electricidad, principalmente de los yacimientos geotérmicos de elevada entalpía. Sin embargo, este tipo de yacimientos son relativamente pocos al compararlos con los de baja entalpía, por lo que en la mayoría de los países se han venido utilizando cada vez más, principalmente, en bombas de calor, calefacción y usos diversos.

En la Figura 4 Stefansson (2005) relaciona la abundancia de yacimientos geotérmicos con su temperatura, pudiéndose ver que los yacimientos de baja entalpía, con temperaturas menores de 130° C, se encuentran en mayor número. Por ejemplo, por cada yacimiento de 250° C hay más de cinco de 100° C y tres y medio de 150° C. Por tanto, los yacimientos de baja temperatura pueden ser explotados prácticamente en todos los países del mundo.

La importancia de los yacimientos de alta entalpía estriba en que se utilizan principalmente para la generar electricidad y, según Stefansson (2005), representan el 32% de los yacimientos de más de 130° C.

Los elevados precios actuales de los hidrocarburos, la declinación de reservas del petróleo, así como la aceptación del Protocolo de Kyoto, están favoreciendo la instalación de plantas geotérmicas a nivel global, las cuales han tenido un aumento relevante en los últimos años (Tabla 2). En 2005 la generación geotermoeléctrica mundial fue de 56 798 GWh, equivalente al 0.4% de la generación mundial de energía eléctrica (que fue de 15.8 millones de GWh, EIA, 2006), pero se estima que para el año 2010 representará alrededor del 1% (Bertani, 2005).

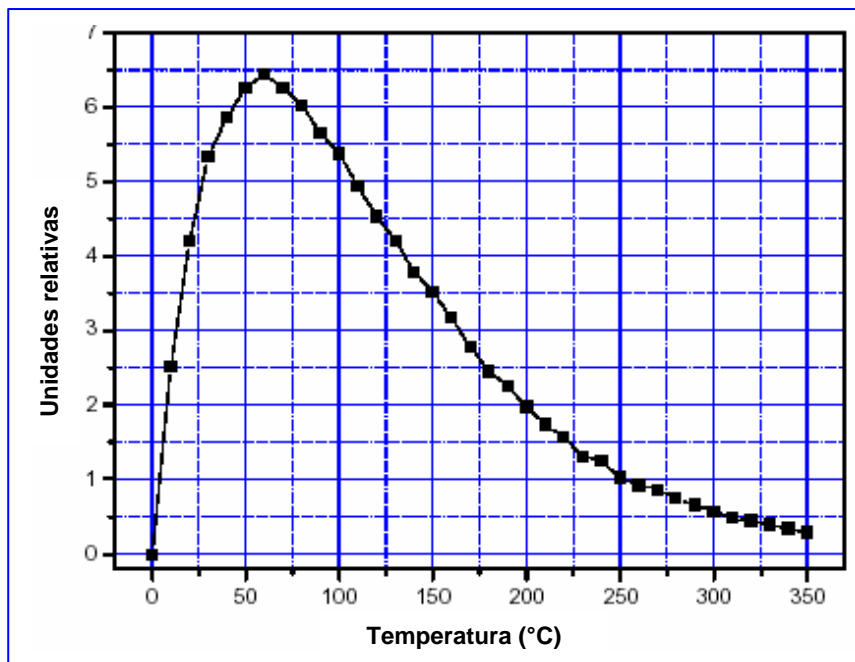


Fig. 4. Abundancia de los yacimientos geotérmicos con base en su temperatura (Stefansson, 2005).

	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Capacidad instalada (MWe)	1300	3887	4764	5832	6798	7974	8912
Generación anual de electricidad (GWh)	-	-	-	-	37 774	49 261	56 798

Tabla 2. Capacidad instalada y generación geotermoeléctrica en el mundo.

México ocupa el tercer lugar a nivel mundial en la explotación de la energía geotérmica, con una capacidad instalada de 953 MW_e en cuatro campos geotérmicos de elevada entalpía, con una generación anual de 6280 GWh en 2004 (Tabla 3), lo que significa el 3.3 % de la generación eléctrica en el país (Gutiérrez-Negrín y Quijano-León, 2005).

El posible potencial eléctrico total de los recursos geotérmicos a nivel mundial es del orden de 1.5 Terawatts eléctricos (TWe), de acuerdo con Stefansson (2005) (Tabla 4). Para darse una idea de lo que ello significa, considérese que la capacidad eléctrica total de México es del orden de los 0.05 TWe, por lo que el potencial geotermoeléctrico mundial es treinta veces mayor. Es decir, los recursos

geotérmicos del mundo podrían satisfacer la demanda de energía eléctrica de 30 países de las dimensiones de México.

	Cerro Prieto	Los Azufres	Los Humeros	Las Tres Vírgenes	Total
Capacidad instalada (MWe)	720	188	35	10	953
Generación anual de electricidad (GWh)	5112	852	285	33	6280

Tabla 3. Capacidad instalada y generación geotermoeléctrica en México (Gutiérrez-Negrín y Quijano-León, 2005).

Pero eso no es todo. El potencial de usos directos de la geotermia en el mundo ha sido estimado en 4.4 TWe, con un potencial posible varias veces superior (Stefansson, 2005), como se indica en la misma Tabla 4.

	Potencial identificado	Potencial posible
Reservas útiles para generación de electricidad*	0.2 TW _e	1 - 2 TW _e
Reservas útiles para utilización directa	4.4 TW _t	22 - 44 TW _t
Potencial total*	6.0 TW _t	30 - 60 TW _t

* Se considera que sólo el 10% de la energía térmica se puede convertir en energía eléctrica.

Tabla 4. Potencial mundial estimado de los recursos geotérmicos (Stefansson, 2005)

Por otra parte, cada vez hay más países que emplean la energía geotérmica de baja entalpía en usos directos. En 2005, 71 países del mundo utilizaban directamente la energía geotérmica en diversas aplicaciones de acuerdo con sus necesidades y nivel de desarrollo, con un consumo total de 261 Terajoules (TJ) por año (equivalente a unos 72 GWt-hora anuales).

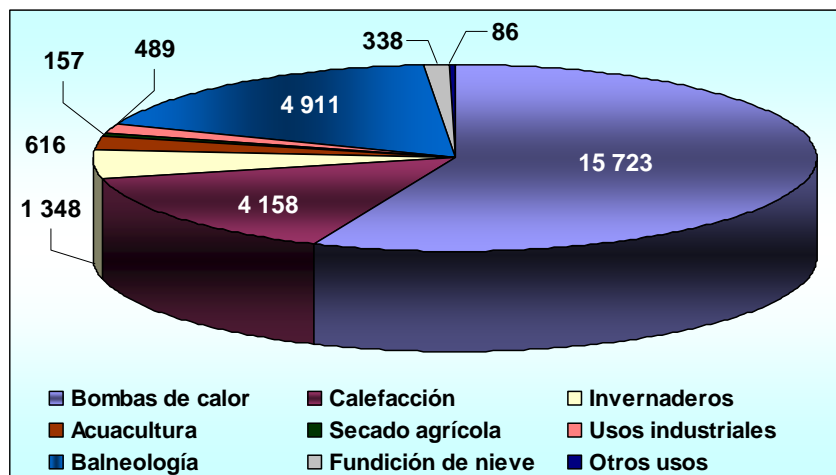


Fig. 5. Usos directos de la geotermia en el mundo (cifras en MWt; datos de Lund et al., 2005)

El uso directo más extendido de la geotermia son las bombas de calor, en las que se emplea más de la mitad de los casi 28 mil megawatts térmicos de capacidad instalada que había en el mundo en esas fechas (Tabla 5, Lund *et al.*, 2005). La mayoría de esas bombas de calor están operando en Estados Unidos y en la Europa, habiendo aumentado el número de países que las utilizan de 26 en el año 2000 a 32 en 2005. Se estima que en este último año operaban aproximadamente 1.3 millones de bombas de calor en todo el

mundo, siendo su potencia típica de 12 kWt, pero con un rango que va de los 5.5 a los 150 kWt, dependiendo el tipo de aplicación para casas, comercios o instituciones (Lund *et al.*, 2005).

Toma de conciencia

Estamos desintegrando el mundo a pasos agigantados. Con nuestra presencia envenenamos, aplastamos o desplazamos a los demás seres vivos para ocupar su lugar. Estamos contaminando agua, suelo y aire, y agotando nuestros recursos naturales. Nuestro planeta está reduciendo la diversidad de su vida animal, su vida vegetal y su capacidad de regeneración ambiental. De continuar esta tendencia, a mediados de siglo no alcanzará el agua ni el alimento para los humanos, y el número de especies extintas sería de más de un millón, habiendo rebasado a las que desaparecieron en cualquiera de las grandes extinciones del pasado geológico de la Tierra.

Esas extinciones masivas fueron provocadas por fenómenos naturales. Pero las extinciones actuales, están siendo provocadas por las actividades humanas. Un gran número de especies se seguirá extinguiendo a medida que la población humana siga creciendo sin control y destruyendo los ecosistemas. Según Wilson (1992), cada hora desaparecen tres especies, y finalmente nosotros sólo somos una especie más.

La mayoría de las especies en el mundo pasa inadvertida para nosotros y viven sin que las tomemos en cuenta e incluso sin que sepamos que existen. Sin embargo, muchos de estos organismos juegan un papel fundamental en la cadena alimenticia, de tal forma que su desaparición nos afectará tarde o temprano. Su destrucción sólo presagia la de nosotros mismos. Debemos tener siempre presente que todos los seres vivos, incluidos nosotros, están relacionados a través de las interconexiones de la biósfera.

Las extinciones en masa son importantes para la evolución de la vida en general. Cuando ocurre una gran extinción, nuevas especies evolucionan y ocupan el espacio abandonado por las que desaparecieron. Durante los últimos 570 millones de años, han ocurrido cinco grandes eventos de extinción y otros menores. Todas fueron resultado de sistemas biológicos en problemas, por cambios radicales y relativamente súbitos en el medio ambiente, que impidieron que las especies se adaptaran a ellos con la rapidez suficiente.

Hoy, tan sólo en el último siglo los seres humanos hemos destruido la mitad de las selvas tropicales, hemos afectado millones de hectáreas de humedales y suelos, hemos contaminado mares con la consiguiente disminución de peces y la destrucción de arrecifes de coral que albergan una enorme variedad de organismos, hemos elevado el nivel de CO₂ atmosférico acentuando el efecto invernadero, y hemos reducido la capa de ozono que protege la vida de la radiación ultravioleta.

Hemos aceptado que los cambios atmosféricos provocados son importantes problemas internacionales (Protocolo de Kyoto), pero hemos ignorado o evitado conscientemente dar la misma importancia al cuidado de la biodiversidad. A pesar de que en la Cumbre de Río, se reconoció que la biodiversidad era el más importante patrimonio de la Humanidad, no se adoptaron acciones. Ni a nivel país, ni a nivel organizaciones, ni, lo que es lo peor, a nivel individual hay una toma conciencia real o compromiso, no solo para no afectar al medio ambiente, sino para cuidar de él.

Según Orr (1994), *“la crisis ecológica es sobre la esencia de lo que significa ser humano. Si la biodiversidad es la fuente de la inteligencia humana, entonces la destrucción sistemática de la*

naturaleza es una guerra contra la base misma de nuestra capacidad mental. Tenemos muchas razones para pensar que la mente humana no hubiese evolucionado en un paisaje lunar desecho de toda diversidad biológica”.

Conclusión

Las actividades humanas han tenido una componente destructiva, sobre todo en el último siglo, y es el hombre el único responsable de la crisis que enfrenta actualmente la biodiversidad en lo particular y el medio ambiente en general en nuestro planeta. Aceptar y comprender este problema es uno de los primeros pasos que tenemos que dar para que dentro de las posibilidades de cada ser humano, de cada familia, de cada organización, surja una luz de esperanza, y la humanidad tome conciencia, actúe como un administrador responsable de los numerosos recursos que ofrece la naturaleza y cuide a los demás organismos que comparten el planeta con nosotros.

Vivimos en una época dominada por el deseo, al parecer insaciable, de los países desarrollados por seguir haciéndose más ricos, bajo el subterfugio de “mantener o mejorar la calidad de vida de sus habitantes”, o de “lograr el desarrollo” de los países más pobres.

Para tener un verdadero desarrollo sustentable, debemos cambiar nuestro comportamiento que por ahora parece estar dirigido a crecer y consumir sin medida, asumiendo tácitamente que todos los sistemas productivos del planeta pueden ser incrementados al infinito para satisfacer nuestras necesidades en aumento, ignorando nuestro yo biológico, nuestro entorno y, lo que es peor, ignorando a las generaciones futuras.

Un uso más intenso y extenso de las energías nuevas y renovables, entre ellas la geotermia, puede ayudar a resolver la problemática existente y colaborar en el desarrollo sustentable, aunque bien es cierto que por ahora la geotermia sólo satisface una mínima parte del consumo energético mundial y que el conjunto de energías nuevas y renovables sólo aportan del orden del 1% (640 millones de BPE) del total de la energía producida en el mundo (72 mil millones de BPE).

Referencias

Bertani, R. (2005). World geothermal generation 2001-2005; State of the Art. *Proc. of the World Geothermal Congress*, Antalya, Turkey, April 2005.

EIA (2006). International Energy Annual 2000 Report. *Energy Information Administration*, EUA. <http://www.eia.doe.gov>

FAO (2000). Agricultura mundial: Hacia el año 2010. United Nations, UE.

FHO (2004). Future Harvest Organization Report 2004, EUA.

Gutiérrez-Negrín, L.C.A., y J.L. Quijano-León (2005). Update of geothermics in México. *Proc. of the World Geothermal Congress*, Antalya, Turkey, April 2005.

International Food Policy Research Institute (2002). Report 2002. EUA.

Lund, J.W., D.H. Freeston and T. Boyd (2005). World Wide Direct Uses of Geothermal Energy 2005. *Proc. of the World Geothermal Congress*, Antalya, Turkey, April 2005.

Orr, D.K. (1994). <http://www.ceducapr.com/perdidabiodiversidad.htm>

PNUMA (2001). *Perspectivas del medio ambiente mundial 2000*. Reporte del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Nueva York, EUA.

Rivera, M. (1999). *Pérdida de biodiversidad*. Centro Eco-Educativo de Puerto Rico, EUA.

SEMARNAT (2005). *Cruzada por los Bosques y el Agua*. México, D.F.

Stefansson, V. (2005). Geothermal Assessment. *Proc. of the World Geothermal Congress*, Antalya, Turkey, April, 2005.

The Energy Review (2004). http://www.sourcewatch.org/index.php?title=Energy_Review_UK

UNDP (2002). *Human Development Report 2002*. United Nations, N.Y., USA.

UN-DESA (2001). *DESA Report 2000*. United Nations Department of Economic and Social Affairs, N.Y., USA.

Wilson, E.O. (1992). *The Diversity of Life*. W. W. Norton & Company, N.Y., USA.

WWI (2005). *World Watch Institute. Report 2005*. <http://www.worldwatch.org>